

明 細 書

コンベアベルトの伸び測定方法および伸び測定装置、コンベアベルトの摩耗度合測定方法およびコンベアベルト摩耗度合測定装置、コンベアベルトの温度測定方法およびコンベアベルト温度測定装置、ならびに、ゴム磁石シートおよびゴム磁石シートの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、コンベアベルトの伸び測定方法および伸び測定装置および、コンベアベルトの摩耗度合測定方法およびコンベアベルト摩耗度合測定装置および、コンベアベルトの温度測定方法およびコンベアベルト温度測定装置、ならびに、ゴム磁石シートおよびゴム磁石シートの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 大型のコンベアベルトは、天然資源の採掘現場等、人が近づけるように整備されていない現場で用いられることが多く、保守点検整備が十分行われていない状況にある。このような現場においては、例えば、コンベアベルトの一部の伸び、摩耗、あるいは温度上昇が異常に大きくなって、突然、コンベアベルトが切断してしまい、作業の中断を余儀なくされることがあり、この場合、その復旧に多大の時間と費用とを要し、そのため、予防保全を行えるよう、前もって事故の予兆を検出する手段が強く望まれていたが、有効な手段がなく問題となっていた。

[0003] また、搬送物が高温の物体である場合、その熱により、コンベアベルトのゴムが劣化して破壊に至ることが多く、コンベアベルトの内部温度が所定温度以上にならないよう監視することが求められているが、実際には、コンベアベルトの表面温度を測定する方法はあっても、内部温度を測定する手段がなかった。

[0004] 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、コンベアベルトの切断等の事故の予兆を捉えるため、コンベアベルトの中に埋設した磁性体からの磁界を磁気センサで検出することにより、コンベアベルトの伸び、摩耗および内部温度を測定する方法ならびに装置を提供するとともに、コンベアベルト中に埋設して用いることのできる磁性体としてのゴム磁石シートおよびその製造方法を提供することを目的とす

る。

発明の開示

[0005] <1>は、走行中のコンベアベルトの伸びを測定するに際し、
コンベアベルトに埋設された複数のゴム磁石からの磁界を、コンベアベルト長さ方向の変位を拘束されて設けられた磁気センサで検出し、検出された磁界の時間変化からコンベアベルトの伸びを求めるコンベアベルトの伸び測定方法である。

[0006] <2>は、<1>において、磁気センサで検出された磁界の時間変化において現れる二つのピークの時間間隔を t_a とし、別途の手段により測定されたコンベアベルトの表面速度を v とし、コンベアベルトの伸びがゼロの状態において磁気センサをコンベアベルトの長さ方向に相対変位させて計測した前記二つのピークの離隔距離を d として、コンベアベルトの伸び ϵ を式(1)により求める請求項1に記載のコンベアベルトの伸び測定方法である。

$$\epsilon = ((v \cdot t_a - d) / d) \times 100(\%) \quad (1)$$

[0007] <3>は、<1>もしくは<2>のコンベアベルトの伸び測定方法に用いられる伸び測定装置であって、

コンベアベルトの長さ方向に並んで埋設された複数のゴム磁石と、コンベアベルト長さ方向の変位を拘束されて設けられ、ゴム磁石からの磁界を検出する磁気センサと、コンベアベルトの表面速度を測定するベルト速度測定手段とを具備、

前記複数のゴム磁石を、磁極の向きがコンベアベルトの表面に直交するとともに隣接するゴム磁石同士では逆向きになるよう、配置してなるコンベアベルト伸び測定装置である。

[0008] <4>は、<3>において、磁気センサのコンベアベルト幅方向両側に、コンベアベルトの幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けてなるコンベアベルト伸び測定装置である。

[0009] <5>は、<3>もしくは<4>において、前記複数のゴム磁石を、コンベアベルトを構成する補強材の、幅方向に延在する接合部の近傍に設けてなるコンベアベルト伸び測定装置である。

[0010] <6>は、<3>～<5>のいずれかにおいて、前記ベルト速度測定手段を、コン

ベアベルトと掛合するプーリの回転速度を計測する手段で構成してなるコンベアベルト伸び測定装置である。

[0011] <7>は、走行中のコンベアベルト表面の摩耗度合を測定するに際し、
コンベアベルトの所要部分に設けられ一部が前記コンベアベルト表面に露出する
ゴム磁石からの磁界を、大地に対して固定された磁気センサで検出し、コンベアベ
ルトの前記所要部分の摩耗の進行に伴うゴム磁石の体積減少により前記磁界が変化
することを利用して、検出された磁界の大きさからコンベアベルトの摩耗度合を求める
コンベアベルトの摩耗度合測定方法である。

[0012] <8>は、<7>のコンベアベルトの摩耗度合測定方法に用いられる摩耗度合測
定装置であって、
コンベアベルトの所要部分に設けられたゴム磁石と、このゴム磁石からの磁界を検
出する磁気センサとを具え、ゴム磁石は、磁極をベルト厚さ方向に向けるとともに、一
方の磁極を前記コンベアベルト表面に露出させてなるコンベアベルト摩耗度合測定
装置である。

[0013] <9>は、<8>において、磁気センサの近傍を通過するコンベアベルト部分の幅
方向位置を規制する幅方向ガイドを設けてなるコンベアベルト摩耗度合測定装置で
ある。

[0014] <10>は、走行中のコンベアベルトの温度を測定するに際し、
コンベアベルトの所要部分に埋設された感温ゴム複合磁石からの磁界を、大地に
対して固定された磁気センサで検出し、この磁界が前記所要部分の温度に依存して
変化することを利用して、検出された磁界の大きさからコンベアベルトの温度を求める
コンベアベルトの温度測定方法である。

[0015] <11>は、<10>のコンベアベルトの温度測定方法に用いられる温度測定装置
であって、
コンベアベルトの所要部分に埋設され両端に互いに逆極性の磁極を有する感温ゴ
ム複合磁石と、この感温ゴム複合磁石からの磁界を検出する磁気センサとを具えて
なり、
感温ゴム複合磁石は、所定温度範囲における温度変化に応じて磁力が変化する

特性を有してなるコンベアベルト温度測定装置である。

- [0016] <12>は、<11>において、感温ゴム複合磁石は、永久磁石と、この永久磁石の一方の磁極にこれを延長させるように連結された感温磁性体とよりなり、この感温磁性体は、前記温度範囲において温度の上昇に対して透磁率が低下する特性を有し、

永久磁石および感温磁性体は、磁性粉をゴムに混合分散してなるボンド磁性体より形成されてなるコンベアベルト温度測定装置である。

- [0017] <13>は、<11>において、感温ゴム複合磁石は、永久磁石と、この永久磁石の周囲に配置された感温磁性体とよりなり、この感温磁性体は、前記温度範囲において温度の上昇に対して透磁率が低下する特性を有し、

永久磁石および感温磁性体は、磁性粉をゴムに混合分散してなるボンド磁性体より形成されてなるコンベアベルト温度測定装置である。

- [0018] <14>は、<11>—<13>のいずれかにおいて、磁気センサのもっとも近くを通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けてなるコンベアベルト温度測定装置である。

- [0019] <15>は、<11>—<14>のいずれかにおいて、前記磁気センサを、搬送物をコンベアベルトに投入する投入部の、コンベアベルト走行方向下流側近傍に設けてなるコンベアベルト温度測定装置である。

- [0020] <16>は、ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、該マトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉とからなるゴム磁石シートにおいて、

表裏両面で互いに異なる極性の磁極を具え、

DIN-3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度が10%以上であり、

厚さ0.5mm、幅20mm、内径20mmの筒状サンプルを2回/秒の頻度でこのサンプルの径方向に10mmのストロークで圧環する圧環条件で、このサンプルを圧環したときの破壊に至るまでの圧環回数が10000回以上であり、

表裏両面の縦横がそれぞれが17mmで厚さが1.3mmの平板サンプルシートにお

ける、表裏いずれかの面の中心から20mm離れた位置におけるこの面に直角の方向の磁束密度が2mT以上であるゴム磁石シートである。

- [0021] <17>は、<16>において、前記平板サンプルシートを常温下で地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に24時間放置した後の前記磁束密度の低下が、放置前に比べ0.1%以下であるゴム磁石シートである。
- [0022] <18>は、<16>もしくは<17>において、前記圧環条件で、10000回圧環した後の筒状サンプルの磁束密度の低下が、圧環前に比べ0.1%以下であるゴム磁石シートである。
- [0023] <19>は、<16>〜<18>のいずれかにおいて、表面のJIS S 6050硬度が50〜90度であるゴム磁石シートである。
- [0024] <20>は、<16>〜<19>のいずれかにおいて、前記磁性粉の含有量が50〜75体積%であるゴム磁石シートである。
- [0025] <21>は、<16>〜<20>のいずれかにおいて、前記ゴム成分がブチルゴムであって、該ブチルゴムの不飽和度が0.3%以上で、ムーニー粘度 $ML_{1+4}(100^{\circ}C)$ が60以下であるゴム磁石シートである。
- [0026] <22>は、<16>〜<21>のいずれかにおいて、前記ブチルゴムがハロゲン化ブチルゴムを含むゴム磁石シートである。
- [0027] <23>は、<16>〜<20>のいずれかにおいて、前記ゴム成分がシリコンゴムであって、該シリコンゴムが、熱加硫型シリコンゴム又は常温硬化型RTVであることであるゴム磁石シートである。
- [0028] <24>は、<16>〜<23>のいずれかにおいて、前記磁性粉は、レーザー回折式粒度分布計で測定した50%径が $75\mu m$ 以下であるゴム磁石シートである。
- [0029] <25>は、<16>〜<24>のいずれかにおいて、前記磁性粉がシランカップリング剤で表面処理されているゴム磁石シートである。
- [0030] <26>は、<16>〜<25>のいずれかにおいて、前記磁性粉が表面酸化防止剤で表面処理されているゴム磁石シートである。
- [0031] <27>は、<16>〜<26>のいずれかに記載のゴム磁石シートを製造する製造方法であって、

前記マトリックス中に前記磁性体粉を分散させたコンパウンドをシート状に成形された未加硫シートをこのコンパウンドが軟化する温度まで昇温する昇温工程、未加硫シートに厚さ方向に磁場を印加する磁場印加工程、未加硫シートを高温に維持し磁場を印加したまま厚さ方向と直交する少なくとも一方向に圧縮力を作用させる圧縮工程、圧縮力を作用させたまま未加硫シートを冷却する冷却工程、冷却された未加硫シートに作用させる圧縮力を除去する圧力除去工程、未加硫シートを脱磁する脱磁工程、未加硫シートを加硫する加硫工程、および、加硫済シートを着磁する着磁工程を、この順に経てゴム磁石シートを形成するゴム磁石シートの製造方法である。

[0032] <28>は、<27>において、前記昇温工程から圧力除去工程までの工程を、未加硫シートを金型内に配置して行い、圧縮工程を行うに際し、圧縮方向に変位可能に設けられた金型可動部で未加硫シートを圧縮するゴム磁石シートの製造方法である。

[0033] <29>は、<27>もしくは<28>において、未加硫シートの厚さ方向に印加した磁場を、冷却工程もしくは圧力除去工程中に除去するゴム磁石シートの製造方法である。

[0034] 以下に、上記<1>～<16>のそれぞれの発明についての効果を説明する。

[0035] <1>によれば、ゴム磁石からの磁界を磁気センサで検出しその変化からコンベアベルトの伸びを測定するので、電気的方法や光学的方法に比べて、天候や周囲の環境により影響されることが少なく、また、可撓性のあるゴム磁石を埋め込むので、コンベアベルトの変形、例えばプーリでの曲げ変形に追従して変形することができ、ゴム磁石を埋設したことによりコンベアベルトおよびゴム磁石の両方の寿命を縮めることはない。

[0036] <2>によれば、駆動されているコンベアベルトの長さ方向に並んだ磁石の相互の間隔を測定するので、これを外力のない状態下での間隔と比較することにより正確にベルトの伸びを測定することができる。

[0037] <3>によれば、複数のゴム磁石の磁極の向きを前述のように配置したので、ベルト長さ方向に正弦波状の、ピークが隣接し合う磁界を形成することができ、上述の測定方法を実現することができる。

- [0038] <4>によれば、磁気センサの幅方向両側に、コンベアベルトの幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けたので、コンベアベルトの幅方向の蛇行や位置ずれによる計測誤差を排除することができ、測定をより高精度に行うことができる。
- [0039] <5>によれば、ゴム磁石を、もともとベルト切断が発生しやすい、補強材の接合部の近傍に設けたので、高い確率でベルト切断を予兆することができる。
- [0040] <6>によれば、ベルト速度測定手段を、コンベアベルトと掛合するプーリの回転速度を計測して行うので、簡易にしかも精度よくベルトの速度をリアルタイムに測定することができる。
- [0041] <7>によれば、磁気センサで検出された磁界の大きさから、コンベアベルトの摩耗度を求めるので、簡易に、しかも、周囲の環境に影響を受けることなくコンベアベルトの摩耗を測定することができる。また、コンベアベルトに設けられた磁石はゴム磁石なので、コンベアベルトの大きな変形に対して追従して変形することができ、よって、ゴム磁石がコンベアベルトからはがれたり、コンベアベルトの正常な変形を阻害したり、あるいは、ゴム磁石が破壊したりするのを防止することができる。
- [0042] <8>によれば、ゴム磁石は、磁極をベルト厚さ方向に向けてなり、一方の磁極を前記コンベアベルト表面に露出させて設けられるので、摩耗度合の測定対象となるコンベアベルト表面が摩耗すると、この表面に露出したゴム磁石の体積は減少し、その結果、磁力は、コンベアベルト表面の摩耗の進行に伴って徐々に減少し、この磁石からの磁界を磁気センサで検出することにより、摩耗度合を求めることができる。
- [0043] <9>によれば、磁気センサの近傍を通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けたので、コンベアベルトの幅方向の蛇行や位置ずれによる計測誤差を排除することができ、測定をより高精度に行うことができる。
- [0044] <10>によれば、磁気センサで検出された磁界の大きさから、感温ゴム複合磁石が埋設されたコンベアベルトの部分の温度を求めるので、高温の搬送物がコンベアベルトに載っていても、搬送物の温度にかかわらず、直接、コンベアベルトの内部温度を測定することができ、事故の予兆を捉え、あるいは、コンベアベルトの寿命の監視に供することができる。
- [0045] <11>によれば、感温ゴム複合磁石は、所定温度範囲における温度変化に応じて

磁力が変化する特性を有するので、感温ゴム複合磁石の磁力は、その温度と一義的に関係付けることができ、磁気センサが検出した磁界の大きさから、感温ゴム複合磁石の温度、ひいてはこれが埋設されているコンベアベルトの部分の温度を求めることができる。

- [0046] <12>によれば、感温ゴム複合磁石を、永久磁石と、温度が上昇すると透磁率が低下する感温磁性体とを直列に連結したので、コンベアベルトの所要部分の温度が異常に上昇すると感温磁性体の透磁率は低下して、感温ゴム複合磁石からの磁界は減少し、感温ゴム複合磁石に前記特性を簡易に具備させることができ、また、これを永久磁石だけで構成した場合に対比して、温度の変化に対して磁力を高感度に変化させることができる。
- [0047] <13>によれば、感温ゴム複合磁石を、永久磁石と、この永久磁石の周囲に配置された感温磁性体とで構成したので、コンベアベルトの所要部分の温度が正常である場合には、永久磁石の一方の磁極から出た磁力線は透磁率の高い感温磁性体の中を通過して他の磁極に入り、感温ゴム複合磁石の外に形成される磁界は小さいが、コンベアベルトの所要部分の温度が異常に上昇すると感温磁性体の透磁率は低下して、永久磁石の一方の磁極から出て感温磁性体の中を通過して他の磁極に入り磁力線の数低下し、その分、感温ゴム複合磁石からの磁界は増加し、感温ゴム複合磁石に前記特性を簡易に具備させることができ、また、これを永久磁石だけで構成した場合に対比して、温度の変化に対して磁力を高感度に変化させることができる。
- [0048] また、<12>および<13>によれば、感温ゴム複合磁石を構成する、永久磁石および感温磁性体を、磁性粉をゴムに混合分散してなるボンド磁性体より形成したので、感温ゴム複合磁石は、コンベアベルトの大きな変形に対して追従して変形することができ、よって、感温ゴム複合磁石がコンベアベルトからはがれたり、コンベアベルトの正常な変形を阻害したり、あるいは、感温ゴム複合磁石が破壊したりするのを防止することができる。
- [0049] <14>によれば、磁気センサのもっとも近くを通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けたので、コンベアベルトの幅方向の蛇行や位置ずれによる計測誤差を排除することができ、測定をより高精度に行うことができる。

[0050] <15>によれば、磁気センサを、搬送物をコンベアベルトに投入する投入部の、コンベアベルト走行方向下流側近傍に設けたので、高温の搬送物の、コンベアベルト温度への影響を知ることができ、搬送物の管理、規制に供することができる。

[0051] <16>によれば、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、長期間にわたって安定した磁力のゴム磁石シートを提供することができる。しかも、このゴム磁石シートは、高い磁力を担持するので、軽量の磁石で、磁界の変化をモニターするのに必要な強い磁界を形成することができる。

図面の簡単な説明

[0052] [図1]本発明に係る第一実施形態のコンベアベルト伸び測定装置を示す側面図である。

[図2]図1のA部を拡大して示す断面図である。

[図3]図1のB-B矢視に対応する部分断面図である。

[図4]コンベアベルト伸び測定装置の制御部分を示すブロック線図である。

[図5]磁気センサで検知された磁力の時間変化を表すグラフである。

[図6]本発明に係る第二実施形態のコンベアベルト摩耗度合測定装置を示す側面図である。

[図7]図6のA部を拡大して示す断面図である。

[図8]図6のB-B矢視に対応する正面図である。

[図9]コンベアベルト摩耗度合測定装置の制御部分を示すブロック線図である。

[図10]磁気センサで検知された磁力の時間変化を表すグラフである。

[図11]本発明に係る第三の実施形態のコンベアベルト温度測定装置を示す側面図である。

[図12]図11のA部を拡大して示す断面図である。

[図13]図11のB-B矢視に対応する正面図である。

[図14]感温ゴム複合磁石の構造を示す正面図および平面図である。

[図15]コンベアベルト温度測定装置の制御部分を示すブロック線図である。

[図16]磁気センサで検知された磁力の時間変化を表すグラフである。

[図17]本発明に係る第四の実施形態のコンベアベルト温度測定装置に用いられる感

温ゴム複合磁石の構造を示す正面図および平面図である。

[図18]磁気センサで検知された磁力の時間変化を表すグラフである。

[図19]本発明に係るゴム磁石シートの製造方法において、昇温工程から圧力除去工程までのプロセスを説明するための、磁場配向用金型とその中に配置された未加硫ゴムシートを示す略線断面図である。

[図20]未加硫ゴムシート内の磁性粉の配向状態を模式化して示す模式図である。

[図21]トレッド内側に貼り付けられたゴム磁石シートから放射される磁力線の分布を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0053] 本発明の実施形態について、図に基づいて説明する。図1は、第一の実施形態のコンベアベルト伸び測定装置を示す側面図、図2は、図1のA部を拡大して示す断面図、また、図3は、図1のB-B矢視に対応する部分断面図である。コンベアベルト伸び測定装置1は、コンベアベルト11の長さ方向に並んで埋設された複数のゴム磁石2と、大地に対して固定され、ゴム磁石2からの磁界を検出する磁気センサ3と、コンベアベルト11の表面速度を測定するベルト速度測定手段4とを具え、ゴム磁石2は、それらの磁極の向きがコンベアベルト11の表面に直交するとともに隣接するゴム磁石2同士では逆向きになるよう配置される。
- [0054] すなわち、ゴム磁石2は、コンベアベルト11の長さ方向に延びる垂直面L上に、等しい間隔dで配置され、その結果、これらのゴム磁石は、図2にMで示す磁力線をもつ磁界を形成する。そして、それぞれのゴム磁石2は、コンベアベルト11の補強材となるスチールコード層11bによって区切られる表裏いずれの側のゴム部分にも埋設してもよい。
- [0055] 磁気センサ3は、大地に固定された支柱15の支持ブロック15aにバネ16を介して弾性支持されたベースプレート17に取付けられ、ベースプレート17は、図示しない拘束手段によりコンベアベルト11の長さ方向の変位は拘束されるが、幅方向および厚さ方向には、バネ16の伸縮により変位可能に設けられる。そして、磁気センサ3は、高い検出感度を得るため、ゴム磁石2の通過位置にできるだけ近くなるようこれを設けるのが好ましく、コンベアベルト11の、ゴム磁石2が埋設された側の表面に近接

した垂直面L上に配置される。

[0056] また、ベルト速度測定手段4は、コンベアベルト11に掛合するプーリ12と同期して回転し表面を周方向に所定ピッチでマーキングされた回転板13と、回転板13のマークを読み取り、単位時間当たりのマークの数からプーリ12の回転数を算出する回転数センサ14とで構成される。

[0057] そして、磁気センサ3の、ベルト幅方向両側には、コンベアベルト11の幅方向位置を規制して、コンベアベルト11に埋設されたゴム磁石2の、磁気センサ3に対する幅方向位置を一定に保持する幅方向ガイド9が設けられ、幅方向ガイド9は、磁気センサ3を支持するベースプレート17の、一方のサイドプレート22に取付けられたガイドローラ19a、支柱15に取付けられたバネ23、リニアガイド27、リニアガイド27に案内されベースプレート17上を幅方向に変位可能に設けられたガイドローラ19b、および、他方のサイドプレート24に支持されたバネ26よりなり、ガイドローラ19aを、バネ23の作用により、コンベアベルト11の一方の幅方向端に押し当て磁気センサ3とコンベアベルト11との相対位置を保持するとともに、ガイドローラ19bを、バネ26の作用により、コンベアベルト11の他方の幅方向端に押し当て、コンベアベルト11の、ガイドローラ19aからの離隔を防止するよう機能する。

[0058] さらに、厚さ方向ガイドローラ9aがベースプレート17に取付けられ、バネ16の作用により、ガイドローラ9aをコンベアベルト11の厚さ方向内側面に押し当てることにより、この部分のコンベアベルト部分と磁気センサ3との離隔距離を一定に保つことが出来る。

[0059] コンベアベルトの、幅方向ならびに厚さ方向のいずれの方向に規制に際しても、平板ではなくガイドローラ19a、19b、9aを用いたが、これは、もし平板を用いた場合には、平板との摩擦により、コンベアベルト11が摩耗し、磁気センサ3との相対位置が変化するのを防止するためである。

[0060] 図4は、コンベアベルト伸び測定装置1の制御部分を示すブロック線図であり、コンベアベルト伸び測定装置1は、磁気センサ3およびベルト速度測定手段4からそれぞれの測定値を入力し、入力した値からベルトの伸びを演算して求め、演算結果を電波により送信する現場制御装置5と、現場制御装置5からの演算結果を受信して、演

算結果を出力端末7に出力しあるいは伸びが所定の閾値を超えた場合に警報を出す中央制御装置6とを具える。

- [0061] なお、上記の説明において、コンベアベルト11の伸びを求める演算手段を現場制御装置5に配置したが、これを中央制御装置6に設けることもでき、その場合、現場制御装置5は、磁気センサ3およびベルト速度測定手段4からのデータを中央制御装置6に送信するだけのトランスミッタとして機能する。
- [0062] 以上のように構成されたコンベアベルト伸び測定装置1を用いて、コンベアベルトの伸びを求める方法について説明する。図5(a)は、磁気センサ3で検知された磁力の時間変化を表すグラフであり、長さ方向に正弦波状の磁界を放射するコンベアベルト11が変位することにより、大地に対して固定された磁気センサ3には、プラス側のピークとマイナス側のピークとが交互に出現する磁力の時間変化を検出することができる。
- [0063] ここで、コンベアベルト11の伸びを求めるには、予めコンベアベルト11の伸びがゼロ状態における磁界のピーク、例えば隣接し合うピーク間の距離を測定しておく必要がある。これは、すなわち、図2における、ゴム磁石2の配設ピッチ d であり、その測定は、コンベアベルト11に対して磁気センサ3を移動させ、ピークからピークまでの移動距離を求めればよい。
- [0064] コンベアベルト11を走行させると、図5(a)で示すグラフを得ることができるが、このグラフから、二つのピーク、例えば隣接し合うピークP1、P2間の時間間隔を t_a を求め、一方、ベルト速度測定手段4により計測されされたデータから、ピークP1が現れる時刻におけるコンベアベルト11の表面速度 v を算出する。そして、これらの測定値 t_a 、 v 、および、予め準備した値 d から、前述の式(1)により伸び ε を求めることができる。
- [0065] コンベアベルト11が劣化し伸びが大きくなると、コンベアベルト11が同じ速度で走行していたとしても、ピークP1とP2との時間間隔は、図5(a)に対応して表されるグラフ図5(b)に示すように、例えば t_{a1} と大きくなる。この場合にも、式(1)において、 t_a を t_{a1} で置き換えれば、劣化時におけるコンベアベルト11の伸びを求めることができる。

- [0066] ここで、ゴム磁石2は、複数個、例えば図示の場合には5個ずつまとめてならべたものを、例えば100m間隔で、ベルト長さ方向に配置することにより、ベルトの全長にわたって各位置におけるベルトの伸びを測定することができる。また、コンベアベルト11の補強材となるスチールコード11bの、幅方向に延在する接合部は、ゴムの接着だけで長さ方向の強力を支持する部分であり伸びが大きいので、この部分の近傍にもゴム磁石2を配置するのが好ましい。
- [0067] また、ゴム磁石2は、好ましくは、ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、このマトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉、例えば、希土類合金よりなる磁性体粉とからなる。
- [0068] ゴム磁石2のマトリックスとして上記特定のゴム成分を用いることにより、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、また、長期間に渡って磁力を安定させることができる。
- [0069] ゴム磁石2のゴム成分としてブチルゴムを使用する場合、このブチルゴムは、不飽和度が0.3%以下で、ムーニー粘度 ML_{1+4} (100°C)が60以下であるのが好ましい。ブチルゴムの不飽和度が0.3%未満では、架橋点を十分に確保できない。また、ブチルゴムのムーニー粘度 ML_{1+4} (100°C)が60を超えると、柔軟性が低すぎ、磁性粉と混練する際の加工性が悪くなる。このブチルゴムはハロゲン化ブチルゴムを含んでもよく、ハロゲン化ブチルゴムとしては、臭素化ブチルゴム、塩素化ブチルゴムが挙げられる。
- [0070] また、ゴム磁石2のゴム成分としてシリコンゴムを使用する場合、シリコンゴムは、常温あるいは加温状態での混練時に低粘度となり、硬化後は高強度となる熱加硫型シリコンゴム、常温硬化2液型RTV等が好ましい。ここで常温硬化型RTVは、信越化学工業(株)から市販されているシリコンゴムである。
- [0071] ゴム磁石2に用いる磁性粉は、従来の硬質複合シートに用いられる磁性粉と同じものを用いることができ、具体的には、希土類磁性体粉等の磁気異方性磁性体粉を用いるのがよい。ここで、希土類磁性体としては、NdFeB、SmFeN等が挙げられる。
である。
- [0072] また、上記の例においては、ベルト速度測定手段4として、プーリ12の回転速度を

測定しこれをベルトの表面速度に換算する手段を用いたが、このほかに、ベルトの表面速度を直接測定する手段を用いることもでき、例えば、ベルトの表面に当接してベルトに駆動されて回転する所定径のローラの回転速度を測定することにより求めることもできる。

- [0073] 図6は、本発明に係る第二の実施形態としてのコンベアベルト温度測定装置を示す側面図、図7は、図6のA部を拡大して示す断面図、図8は、図6のB-B矢視に対応する正面図である。コンベアベルト摩耗度合測定装置31は、プーリ42に巻掛けられたコンベアベルト41の所定表面に一部を露出させて設けられたゴム磁石32と、大地に対して固定され、ゴム磁石32からの磁界を検出する磁気センサ33とを具える。本実施形態の場合、両側の表面にゴム磁石32を露出させたが、一方の表面だけを摩耗度合の測定対象とする場合には、ゴム磁石32は、その表面にだけ露出させればよい。
- [0074] 本実施形態のコンベアベルト摩耗度合測定装置31においては、ゴム磁石32の両磁極は、コンベアベルト41の厚さ方向に向いて配置され、図7において、Mで示す磁力線を形成する。そして、ゴム磁石32は、コンベアベルト41の走行に伴って、垂直面L内を移動する。
- [0075] ゴム磁石32は、永久磁石材料よりなる磁性粉を配合ゴムに分散混合してできたボンド磁性体をシート状にして形成され、その結果、感温ゴム複合磁石2は高い柔軟性を持ち、コンベアベルト41の大きな変形にも追従して変形することができる。
- [0076] 永久磁石材料よりなる磁性粉は、安価なフェライトを用いることもできるが、ネオジウム鉄ボロン、サマリウムコバルトあるいはサマリウム鉄窒素などの希土類磁石や、アルニコ磁石などを用いることにより、強い磁界を形成することができる。
- [0077] 磁気センサ33は、高い検出感度を得るため、ゴム磁石32の通過位置にできるだけ近くなるようこれを設けるのが好ましく、コンベアベルト41の、ゴム磁石32が露出する側の表面に近接した垂直面L上に配置される。
- [0078] 磁気センサ33の近傍には、そこを通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向ガイド39が設けられ、幅方向ガイド39はコンベアベルト41の幅方向端が所定位置より幅方向外側に変位しないよう、コンベアベルト41の幅方向端に当接

してこれを規制するよう作用する。

- [0079] さらに、この部分のコンベアベルト部分と磁気センサ33との離隔距離を一定に保つための厚さ方向ガイド39aも設けられる。
- [0080] 図9は、コンベアベルト摩耗度合測定装置31の制御部分を示すブロック線図であり、コンベアベルト摩耗度合測定装置31は、磁気センサ33からの測定値を入力し、入力した値からベルトの摩耗度合を演算して求め、演算結果を電波により送信する現場制御装置35と、現場制御装置35からの演算結果を受信して、演算結果を出力端末37に出力しあるいは摩耗度合が所定の閾値を超えた場合に警報を出す中央制御装置36とを具える。
- [0081] なお、上記の説明において、コンベアベルト41の摩耗度合を求める演算手段を現場制御装置35に配置したが、これを中央制御装置36に設けることもでき、その場合、現場制御装置35は、磁気センサ33からのデータを中央制御装置36に送信するだけのトランスミッタとして機能する。
- [0082] 以上のように構成されたコンベアベルト摩耗度合測定装置31を用いて、コンベアベルトの摩耗度合を求める方法について説明する。図10(a)は、磁気センサ33で検知された磁力の時間変化を表すグラフであり、ゴム磁石32を埋設したコンベアベルト41の走行に伴って、大地に対して固定された磁気センサ33の近くをゴム磁石32が通過する際、磁気センサ33には、ピーク状の磁力の時間変化が検出される。
- [0083] 検出されたピークの高さ F_0 は、ゴム磁石32からの磁界の大きさにより変化するが、前述の説明のように、コンベアベルト41の摩耗が進行するとゴム磁石32の容積が減少しゴム磁石32からの磁界は弱くなるので、ピークの大きさも、図10(b)に示すように、 F_1 と小さくなる。そして、予め、ピークの大きさと摩耗度合との関係式を準備しておくことにより、ピークの大きさ F_0 から、ゴム磁石32が露出するコンベアベルト表面の摩耗度合を逆算して求めることができる。
- [0084] ここで、ゴム磁石32を、必要に応じて所定間隔、例えば100m間隔で、ベルト長さ方向に配置することにより、コンベアベルト41の全長にわたって各位置における摩耗度合を測定することができる。
- [0085] 図11は、本発明に係る第三の実施形態としてのコンベアベルト温度測定装置を示

す側面図、図12は、図11のA部を拡大して示す断面図、図13は、図11のB-B矢視に対応する正面図、図14(a)は、感温ゴム複合磁石を示す正面図、また、図14(b)は、図14(a)のb-b矢視に対応する平面図である。コンベアベルト温度測定装置51は、プーリ62に巻掛けられたコンベアベルト61の所定部分に埋設された感温ゴム複合磁石52と、大地に対して固定され、感温ゴム複合磁石52からの磁界を検出する磁気センサ53とを具える。

- [0086] 感温ゴム複合磁石52は円柱状をなし、永久磁石71と、永久磁石71の一方の磁極、図14に示す例ではN極に、これを延長させるように連結された感温磁性体72とで構成される。そして、永久磁石71の、感温磁性体72と連結されない側の磁極と、永久磁石71によって磁化された感温磁性体72の、永久磁石71と反対側の端とが、感温ゴム複合磁石52の両磁極として機能する。
- [0087] 本実施形態のコンベアベルト温度測定装置51においては、感温ゴム複合磁石52の両磁極を結んだ線は、コンベアベルト61の厚さ方向に向けて配置され、図12において、Mで示す磁力線を形成するが、磁極の向きは、特にこれに限定されるものではない。そして、感温ゴム複合磁石52は、コンベアベルト61の走行に伴って、垂直面L内を移動する。
- [0088] 永久磁石71および感温磁性体72は、それぞれ、磁石材料よりなる磁性粉および、高透磁率磁性体すなわち軟質磁性材料よりなる磁性粉を配合ゴムに分散混合してできたボンド磁性体により形成され、感温ゴム複合磁石52は、永久磁石71と感温磁性体72とを円筒状に一体化して形成される。その結果、感温ゴム複合磁石52は高い柔軟性をもち、コンベアベルト61の大きな変形にも追従して変形することができる。
- [0089] 永久磁石71を構成するボンド磁性体の磁性粉は、安価なフェライトを用いることもできるが、ネオジウム鉄ボロン、サマリウムコバルトあるいはサマリウム鉄窒素などの希土類磁石や、アルニコ磁石などを用いることにより、強い磁界を形成することができる。
- [0090] また、感温磁性体72は、所要の温度、例えば、コンベアベルト61の所要部分の許容温度範囲の上限付近にキュリー点を有する軟質磁性材料で形成され、この感温磁性体72は、キュリー点よりずっと低い温度では高い透磁率を有するが、キュリー点を

超える温度においては磁化を喪失する結果、透磁率も極めて小さくなる特性を有する。

- [0091] 感温ゴム複合磁石52が埋設されたコンベアベルト部分の温度を T_x としたとき、 T_x がキュリー点よりずっと低い温度であるときは、感温磁性体72の透磁率は高いので感温ゴム複合磁石52の磁力は大きく保たれるが、 T_x がキュリー点を超えると感温磁性体72は透磁率の低い非磁性体となり、その結果、感温ゴム複合磁石52全体の磁極から空間に放射される磁力線の数も少なくなり磁力が低下し、磁気センサ53で検出する磁界は、コンベアベルト部分の温度 T_x に応じて小さくなる。
- [0092] なお、この感温磁性体72は、温度上昇に応じて透磁率を低下させる特性に加えて、飽和磁化をも低下させる特性を有することが好ましく、このことにより、感温ゴム複合磁石52の磁力の温度変化に対する感度を一層向上させることができる。
- [0093] このような特性を有する感温磁性体72を構成するボンド磁性体の磁性粉は、NiCu、NiAl、NiCr、NiV、NiSi、NiTi、NiMo、NiSb、NiZnを含むNi系合金、Mn-Cu系合金、Ni-Zn- Fe_2O_4 系合金、Mn-Zn- Fe_2O_3 系合金、Fe-Ni系合金、Ni-Cu系合金、もしくは、Fe-Ni-Cr-Si系合金などのうちから、検知したい温度の領域に応じて、適宜選択して用いることができる。
- [0094] また、感温ゴム複合磁石52は、必要に応じて、コンベアベルト61の補強材となるスチールコード層61bによって区切られる表裏いずれの側のゴム部分に埋設することもできる。
- [0095] 磁気センサ53は、高い検出感度を得るため、感温ゴム複合磁石52の通過位置にできるだけ近くなるようこれを設けるのが好ましく、コンベアベルト61の、感温ゴム複合磁石52が埋設された側の表面に近接した垂直面L上に配置される。
- [0096] また、磁気センサ53のもっとも近くを通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向ガイド59が設けられ、幅方向ガイド59はコンベアベルト61の幅方向端が所定位置より幅方向外側に変位しないよう、コンベアベルト61の幅方向端に当接してこれを規制するよう作用する。
- [0097] さらに、この部分のコンベアベルト部分と磁気センサ53との離隔距離を一定に保つための厚さ方向ガイド59aも設けられる。

- [0098] 図15は、コンベアベルト温度測定装置51の制御部分を示すブロック線図であり、コンベアベルト温度測定装置51は、磁気センサ53からの測定値を入力し、入力した値からベルトの温度を演算して求め、演算結果を電波により送信する現場制御装置55と、現場制御装置55からの演算結果を受信して、演算結果を出力端末57に出力しあるいは温度が所定の閾値を超えた場合に警報を出す中央制御装置56とを具える。
- [0099] なお、上記の説明において、コンベアベルト61の温度を求める演算手段を現場制御装置55に配置したが、これを中央制御装置56に設けることもでき、その場合、現場制御装置55は、磁気センサ53からのデータを中央制御装置56に送信するだけのトランスミッタとして機能する。
- [0100] 以上のように構成されたコンベアベルト温度測定装置51を用いて、コンベアベルトの所要部分の温度を求める方法について説明する。図16(a)は、磁気センサ53で検知された磁力の時間変化を表すグラフであり、コンベアベルトの所要部分の温度 T_x が正常範囲であるときは、前述の説明のように感温ゴム複合磁石52は強い磁力を有するので、コンベアベルト61の走行に伴って、大地に対して固定された磁気センサ53の近くを感温ゴム複合磁石52Aが通過する際、磁気センサ53には、ピーク状の磁力の時間変化が検出される。
- [0101] 検出されたピークの高さ F_0 は、感温ゴム複合磁石52からの磁界の大きさにより変化するが、前述の説明のように、温度 T_x が上昇すると磁界は弱くなるので、ピークの大きさも、図16(b)に示すように、 F_1 と小さくなる。そして、予め、ピークの大きさと温度との関係式を準備しておくことにより、ピークの大きさ F_0 から、温度 T_x を逆算して求めることができる。
- [0102] ここで、感温ゴム複合磁石52を、必要に応じて所定間隔、例えば100m間隔で、ベルト長さ方向に配置することにより、コンベアベルト61の全長にわたって各位置における温度を測定することができる。また、搬送物が投入される点Pの近傍の下流の点は、搬送物が高温である場合、コンベアベルト61の劣化に対する影響が大きく管理する重要性が高いため、磁気センサは、これを検出する位置に設けるのが好ましい。
- [0103] 図17(a)は、本発明に係る第四の実施形態としてのコンベアベルト温度測定装置

に関し、そこに埋設されている感温ゴム複合磁石52Aを示す正面図、また、図17(b)は、図17(a)のb-b矢視に対応する平面図である。第二の実施形態のコンベアベルト温度測定装置は、図11～図13に示した第一の実施形態のコンベアベルト温度測定装置51における感温ゴム複合磁石52を、図14に示した感温ゴム複合磁石52Aに置き換えたものであり、感温ゴム複合磁石52Aは円柱状をなし、円柱状の永久磁石75と、その周囲に配置された感温磁性体76とで構成され、永久磁石75の両磁極が、そのまま、感温ゴム複合磁石52Aの両磁極としてそれぞれ機能する。

[0104] 本実施形態のコンベアベルト温度測定装置51においては、感温ゴム複合磁石52Aの両磁極を結んだ線は、コンベアベルト61の厚さ方向に向けて配置されるが、磁極の向きは、特にこれに限定されるものではない。そして、感温ゴム複合磁石52Aは、コンベアベルト61の走行に伴って、図13に示すところの垂直面L内を移動する。

[0105] 永久磁石75および感温磁性体76の材質、特性ならびに形成方法は第一の実施形態に示したところと同様であり、詳細の説明を省略する。

[0106] 感温ゴム複合磁石52Aが埋設されたコンベアベルト部分の温度を T_x としたとき、 T_x がキュリー点よりずっと低い温度にあるときは、感温磁性体76の透磁率は高いので、永久磁石75の一方の磁極から出た磁力線のほとんどは感温磁性体76の中を通過して他の磁極に入り、感温ゴム複合磁石52Aの外に形成される磁界は小さいが、温度 T_x が異常に上昇すると、感温磁性体76の透磁率は低下して、永久磁石75の一方の磁極から出て感温磁性体76の中を通り他の磁極に入る磁力線の数は低下し、その分、磁気センサ53で検出する、感温ゴム複合磁石52Aからの磁界は増加する。

[0107] 以上のように構成された第四の実施形態のコンベアベルト温度測定装置を用いて、コンベアベルトの所要部分の温度を求める方法について説明する。図18(a)は、磁気センサ53で検知された磁力の時間変化を表すグラフであり、コンベアベルトの所要部分の温度 T_x が正常範囲であるときは、前述の説明のように感温ゴム複合磁石52Aから発生する磁界は小さいので、感温ゴム複合磁石52Aの埋設されたコンベアベルト部分が磁気センサ53を横切っても、磁気センサ53で検出する磁力は、 F_2 と小さいが、温度 T_x が異常に上昇すると、図18(b)に示すように、磁気センサ53で検出する磁力は、 F_3 と増加する。そして、予め、ピークの大きさと温度との関係式を準備し

ておくことにより、ピークの大きさ F_3 から、感温ゴム複合磁石52Aが埋設されているコンベアベルト部分の温度 T_x を逆算して求めることができる。

- [0108] コンベアベルトの伸びや摩耗の検出に用いられるゴム磁石としてシート状にしたものを用いる場合、このゴム磁石シートは、前記用途に見合った特性をそなえなければならない。以下にコンベアベルトの伸びや摩耗の検知、あるいは同様のゴム部材よりなるタイヤに埋設されて用いられるゴム磁石シートの具備すべき特性ならびに、ゴム磁石シートの製造方法について、これらタイヤに埋設する場合を例にとりて以下に説明する。

現在、タイヤの高機能化のために、タイヤトレッド部の裏側(内面)等に磁石を貼り付け、その磁界の変化をモニターすることによりタイヤに作用する力や温度等の特性の変化を知り運転時の安全向上や操縦の高度化に資する技術が検討されている。そして、タイヤには使用に際し断続的に曲げ応力や引張応力が加わるため、既存の焼結磁石やシート状プラスチック磁石をタイヤに貼付した場合、これらの磁石が次第に割れたり剥がれたりして脱落してしまう問題があり、そのため、タイヤに貼付する磁石は可撓性を有する必要がある。

- [0109] 次に、第一もしくは第三の実施形態で用いるゴム磁石とその製造方法について説明する。

- [0110] 従来、可撓性を有するゴム磁石としては、スチレン・ブタジエン共重合体ゴム(SBR)やアクリルゴム等をマトリックスとし、磁性粉をこのマトリックス中に分散させた硬質ゴム磁石シートがある。しかしながら、この硬質ゴム磁石シートは、磁界の変化をモニターするのに十分な磁力を得るために、硬質ゴム磁石シート中の磁性粉の含有率を50体積%以上にすると、硬質ゴム磁石シートの表面硬度は高いものの脆くなるため、断続的に曲げ応力や引張応力が加わると、割れる等して元の形状を維持できないという問題がある。また、この硬質ゴム磁石シートは、時間の経過や繰り返し応力を加えることにより、磁化した磁性粉同士の斥力によってマトリックス内で磁性粉が移動して磁力が低下するという問題もあった。

- [0111] 一方、タイヤ本来の性能を損なわないためには、タイヤに貼り付けられるゴム磁石は軽いほど好ましいが、これを軽量にすると磁力が低下し、この磁石からの磁力変化

を捉えることが難しくなるという問題があり、これに対処するため、タイヤの内面に貼り付けるゴム磁石シートの磁極を表裏で極性の異なるものし、タイヤのトレッド部に配設されたスチールコードよりなるベルトを磁路として機能させることにより強い磁界を形成する方法が検討されている。この方法について図21に基づいて説明する。

[0112] 図21(a)は、スチールコードよりなるスチールベルト93が配設されたトレッド部92の内周面92aに貼り付けられたゴム磁石シート91から放射される磁力線の分布を示す模式図であり、表裏それぞれの面に形成されたN極、S極から放射される磁力線の形は、もしスチールベルト93がなければ図の破線で示すように、磁石面を対称面とする面対称に形成させる。しかし、実際には、磁石シート91が貼り付けられた内周面92aのすぐ近くにはスチールベルト93が配設されているので、トレッド部92の内部を通る磁力線は透磁率の高いスチールコード内を通り、その結果、磁力線は、タイヤの内周面92aの磁石91の周辺領域にS極が形成されたのと同様な分布をなす。そして、その磁界の強度は、例えば、N極の面の中心の直上の点において、スチールベルト93がないときに対比して同等もしくはそれ以上のものとなる。

[0113] これに対比して、同じ面内に異なる極性の磁極を配置したゴム磁石シート91Aの磁力線分布の様子を、図21(a)に対比する形で、図21(b)に示す。ゴム磁石シート91Aは、スチールベルト93の存在しないトレッド部92の内周面92aに貼り付けられたときは、図21(b)中の破線で示すように、その表裏で対称となる磁力線分布を形成するが、トレッド部92がスチールベルト93を有するものである場合には、磁力線のほとんどはスチールコードの中を通過しタイヤの外部に分布される磁力線は減じられてしまう。

[0114] このように、スチールコードよりなるベルト93を具えるタイヤに貼り付けられるゴム磁石シートは、これを表裏の両面で異なる極性の磁極を具えさせることによりタイヤの内部に強い磁界を生起させることができる。しかしながら、このような磁極配置にしても、磁石は軽量にすればするほど磁界は減じるので、この磁石の体積当たり、あるいは重さ当たりの磁力を強くすることが次なる大きな課題となっている。

[0115] 以下に本発明に係る第五の実施形態として詳細を説明するゴム磁石シートはこのような従来技術の問題を解決し、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断した

り破壊されたりすることがなく、長期間にわたって安定した磁力を保持するとともに、軽量にして強い磁力を具えるよう構成されたものであり、このゴム磁石シートは、タイヤと同様のマトリックスを有するコンベアベルト中に埋設した場合にもそのまま用いることができる。

[0116] この実施形態のゴム磁石シートは、ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、このマトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉、例えば、希土類合金よりなる磁性体粉とからなる。

[0117] 本実施形態のゴム磁石シートは、ゴム磁石シートのマトリックスとして今まで単体で用いられることのなかった上記特定のゴム成分を用いるため、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても破断したり破壊されたりすることがなく、長期間に渡って磁力が安定しており、また、時間の経過や繰り返しの応力付加に伴い、磁化した磁性粉同士との斥力によりマトリックス内で磁性粉が移動することがないので、磁力が低下することがない。

[0118] このゴム磁石シートに用いるゴム成分は、ブチルゴム及びシリコンゴムの少なくとも一種である。これらゴム成分は、断続的な曲げ応力や引張応力を受けても、応力を除くことで元の形状に戻ることができる。

[0119] ゴム磁石シートのゴム成分としてブチルゴムを使用する場合、このブチルゴムは、不飽和度が0.3%以下で、ムーニー粘度 $ML_{1+4}(100^{\circ}C)$ が60以下であるのが好ましい。ブチルゴムの不飽和度が0.3%未満では、架橋点を十分に確保できない。また、ブチルゴムのムーニー粘度 $ML_{1+4}(100^{\circ}C)$ が60を超えると、柔軟性が低すぎ、磁性粉と混練する際の加工性が悪くなる。このブチルゴムはハロゲン化ブチルゴムを含んでもよく、ハロゲン化ブチルゴムとしては、臭素化ブチルゴム、塩素化ブチルゴムが挙げられる。

[0120] また、本実施形態のゴム磁石シートのゴム成分としてシリコンゴムを使用する場合、シリコンゴムは、常温あるいは加温状態での混練時に低粘度となり、硬化後は高強度となる熱加硫型シリコンゴム、常温硬化2液型RTV等が好ましい。ここで常温硬化型RTVは、信越化学工業(株)から市販されているシリコンゴムである。

[0121] 本実施形態のゴム磁石シートに用いる磁性粉は、従来の硬質複合シートに用いら

れる磁性粉と同じであり、具体的には、希土類磁性体粉等の磁気異方性磁性体粉である。ここで、希土類磁性体としては、NdFeB、SmFeN等が挙げられる。なお、磁気異方性を発現するものは、形状に関係なく、結晶の構造により磁気異方性を発現するものであり、大きな保磁力を有することで磁石となり得る。これら磁性粉はいずれも硬質磁性体である。

- [0122] ゴム磁石シートとして必要な磁力を得るのに十分な磁性粉含有量を確保しつつ、十分な柔軟性を確保するには、磁性粉の粒径が大きすぎないことが必要である。そのため、上記磁性粉は、レーザー回折式粒度分布計で測定した50%径が75 μ m以下であるのが好ましい。磁性粉の50%径が75 μ mを超えると、磁性粉含有量を十分に確保した場合、磁性粉がマトリックス中に入り込まず、シート強度が低下する。
- [0123] また、上記磁性粉は、シランカップリング剤で表面処理されているのが好ましい。磁性粉の表面をシランカップリング剤で表面処理することにより、マトリックス中で磁性粉が固定されるので、磁力の変動を抑制でき、また、ゴム磁石シート自体の強度を向上させることができる。ここで、シランカップリング剤としては、例えばスルフィド系シランカップリング剤である信越化学工業KBE-846が挙げられる。
- [0124] さらに、上記磁性粉は、表面酸化防止剤で表面処理されているのが好ましい。磁性粉の表面には、薄い酸化物層が存在するが、磁性粉の表面を表面酸化防止剤で表面処理することにより、この磁性粉の表面酸化の進行に起因する不可逆的な磁力の劣化を抑制することができる。ここで、表面酸化防止剤としては、オルトリン酸が挙げられる。
- [0125] 本実施形態のゴム磁石シートは、このゴム磁石シート中の磁性粉の含有量が50～75体積%であるのが好ましい。磁性粉の含有量が50体積%未満では、磁界の変化をモニターするのに磁力が不十分であり、一方、ゴム磁石シート中の磁性粉の含有量が75体積%を超えると、磁性粉を固定するのに十分なマトリックスが確保出来ず、隣接する磁性粉同士が接着せずに存在する部分が生じるため、全体としてのシート強度が低下する。
- [0126] 本発明のゴム磁石シートは、DIN 3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度が10%以上である。そのため、本発明のゴム磁石シート

は、断続的に引張応力が加わっても破断しにくい。

[0127] また、本発明のゴム磁石シートよりなる厚さ0.5mm以上、幅2mm、内径20mmの筒状体を、2回／秒の頻度で該筒状体の径方向に10mmのストロークで圧環する圧環条件で圧環した場合、この筒状体の破壊に至るまでの圧環回数は10000回以上である。そのため、本発明のゴム磁石シートは、断続的に曲げ応力が加わっても破壊されにくい。

[0128] 更に、このゴム磁石シートは、表面のJIS S 6050硬度が50～90度である。JIS S 6050で規定されるシート表面の硬度が50度未満では、断続的に曲げ応力や引張応力が加わった際に形状を維持するのが難しく、90度を超えると、シートの柔軟性を維持するのが難しくなる。

[0129] 本発明のゴム磁石シートは、表裏面の縦横がそれぞれが17mmで厚さが1.3mmの平板サンプルシートにおける、表裏いずれかの面の中心から20mm離れた位置におけるこの面に直角の方向の磁束密度が2mT以上である。磁束密度が2mT未満の場合、磁界の変化をモニターするのに磁力が不十分である。この磁束密度が2.2mT以上である場合には、同様の理由により、さらに好ましい。また、このゴム磁石シートは、常温下、地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に24時間放置した場合の上記磁束密度の低下が放置前に比べ0.1%以下である。磁束密度の低下が0.1%を超えると、本来モニターすべき磁界の変化に、磁石そのものの磁力の変化が付加されて、捉えるべき情報の精度が著しく低下する。これは、断続的な曲げ応力が加わることによる磁束密度の低下が生じた場合でも、同様である。

[0130] 更に、このゴム磁石シートは、前記の圧環条件で10000回圧環した後の磁束密度の低下が、圧環前に比べ0.1%以下である。この圧環条件で10000回圧環した際の磁束密度の低下が0.1%を超えると、タイヤのように断続的に曲げ応力が加わる物品へ貼付した場合、物品の使用に伴う磁力の劣化が大きすぎ、実用に供し得ない。

[0131] このゴム磁石シートには、カーボンブラック等の補強剤、アロマオイル等の軟化剤、亜鉛華、ステアリン酸、老化防止剤、加硫促進剤及び硫黄等のゴム業界で通常用いられる配合剤を適宜配合することができる。

[0132] 次に、このゴム磁石シートの製造方法について説明する。この製造方法は、前述のゴム成分と磁性粉とを例えば、ニーダーやブレンダーを用いて磁性粉入りコンパウンドに混練する混練工程、このコンパウンドを、例えば押出機を用いて押出し、あるいは、カレンダーを用いて圧延して、所定断面の連続シートを形成し、次いでこれを定長裁断して所定の大きさの未加硫シートを成形する未加硫シート成形工程、未加硫シートをそのコンパウンドが軟化する温度まで昇温する昇温工程、未加硫シートに厚さ方向に磁場を印加する磁場印加工程、未加硫シートを高温に維持し磁場を印加したまま厚さ方向と直交する少なくとも一方向に圧縮力を作用させる圧縮工程、圧縮力を作用させたまま未加硫シートを冷却する冷却工程、冷却された未加硫シートに作用させる圧縮力を除去する圧力除去工程、未加硫シートを脱磁する脱磁工程、未加硫シートを加硫する加硫工程、および、加硫済シートを着磁する着磁工程を具え、これらの工程をこの順に経ることによりゴム磁石シートを形成することができる。

[0133] 図19は、昇温工程から圧力除去工程までのプロセスを説明するための、磁場配向用金型とその中に配置された未加硫ゴムシートを示す略線断面図であり、図20は、未加硫ゴムシート内の磁性粉の配向状態を模式化して示す模式図である。図19(a)は、未加硫シート81を配置する前の磁場配向用金型80の状態を示すが、磁場配向用金型80は、未加硫シート81に表裏両面から熱を加えるためのヒータを内蔵した上型82a、下型82b、固定側面型83、可動側面型84、可動側面型84を下型82bの上面に沿って変位させるシリンダ85、および、未加硫シート81の厚さ方向に磁場を印加する電磁石86a、86bを具える。上型82aおよび上側の電磁石86aは、一体となって上下に変位することができ、図19(a)に示す状態においては、上方側に位置されている。

[0134] 図19(b)は、未加硫シート81を型内に配置したあと、上型82bおよび上側電磁石86bを下降させて磁場配向用金型80を閉止した状態を示し、この閉止状態で、まず、上型82a、下型82bに設けられたヒータにより、未加硫シート81を、このコンパウンドが軟化する温度、例えばマトリックスがブチルゴムの場合は120℃程度、にまで加熱し、次いで、電磁石86a、86bに電流を流し、未加硫シート81にその厚さ方向に磁場を印加し、この磁場印加状態を所定時間、例えば120分保持する。

- [0135] 図20(a)は、磁場を印加する前の未加硫シート81の状態を示し、この状態においてはそれぞれの磁性粉87はランダムな方向を向き未加硫シート81全体としての磁力はゼロであるが、図20(b)に示すように、コンパウンドの軟化点以上の温度下で磁場を加えると、それぞれの磁性粉87は、容易に向きを変えられることができるので、磁場を印加した方向にそれぞれの磁極の向きMを揃えるように回転し、その結果、未加硫シート81の表裏両面に互いに反対の極性の磁極が形成される。
- [0136] しかし、この状態のまま冷却して磁場を取り去ると、隣接する磁性粉同士が反発し合ってそれぞれの磁性粉の磁極の向きは再びランダム化してしまう。そこで、本実施形態の製造方法においては、磁場を取り去る前に、磁場の方向と直交する方向に、未加硫シート81を圧縮するものであり、図19(c)はこの状態の未加硫シート81および磁場配向用金型80を示す図であり、軟化点以上の高温下で磁場を印加したまま、シリンダ85を用いて可動側面型84を金型中央側に押して、未加硫シート81をその厚さ方向と直交する方向に圧縮する。そして、この状態を保持しながら常温まで冷却する。図20(c)はこの状態の未加硫シート81を示すが、この状態においては、それぞれの磁性粉は、磁極の向きの方向と直交する方向に圧縮され、ランダムになろうとする動きを拘束されてしまう。このことにより、未加硫シート81の磁性粉87は磁場を取り去っても配向を崩すことは少なく、このまま冷却することにより、配向状態を保持することができる。
- [0137] なお、圧縮力の作用下で未加硫シート81を冷却する際、磁場を印加したまま冷却することにより、より確実に配向を保持できるが、圧縮力だけでも配向を保持することは可能であり、状況によっては、冷却前に磁場の印加を終了することができる。また、磁場を印加する前に圧縮力を加えると、磁場による配向が不完全になり好ましくない。一方、磁場を印加し始めるタイミングは、温度が軟化点より低い温度の状態から開始してもよく、さらに、未加硫シート81を昇温するタイミングとして、未加硫シート81は金型に配置する前に予熱しておいてもよい。
- [0138] 圧縮力の作用下で未加硫シート81の冷却が完了した後、図19(d)に示すように、シリンダ85を操作して可動側面型84を外側に移動させるとともに、上型82aを上昇させて磁場配向用金型80を開放し、未加硫シート81を金型80から取り出す。

- [0139] この後、未加硫シート81を加硫するが、加硫に際しては未加硫シート81の温度を上昇させることになり、その時せっかく配向させた磁性粉の向きがそれぞれの反発力でランダム化するので、これを防止するため、未加硫シート81を加硫する前にこれを脱磁する処理を行う。これが脱磁工程である。脱磁に際しては、これに交流磁界を加えながらその磁界の大きさを徐々に減衰させて最後はほぼゼロとする公知の方法により行うことができる。
- [0140] また、加硫工程では、加硫金型を用いて行うこともできるが、単にこれを加熱するオープン加硫によってもよい。加硫の完了後、加硫済シートにパルス磁界をかけた着磁するが、未加硫シート81の磁性粉87はすでに磁気配向されているので、高い磁力を得ることができる。
- [0141] 以上に説明した、昇温工程から着磁工程までの一連の工程を経ることによって始めて、磁性粉を、高い割合で同方向に配列させることができ、このことにより極めて高い磁力のゴム磁石シートを得ることができる。

実施例

- [0142] 以下に、実施例を挙げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明は下記の実施例に何ら限定されるものではない。
- [0143] 表1に示す配合よりなるゴム磁石シートを作製し、下記に示す方法で引張試験、圧環試験及び磁束密度測定を実施した。なお、使用したゴム成分のムーニー粘度 ML_{1+4} (100℃)は、JIS K 6300 2:2001に準拠して測定し、ゴム磁石シート表面硬度は、JIS S 6050に準拠して測定した。結果を表1に示す。
- [0144] (1)引張試験
- DIN-3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度を測定した。
- [0145] (2)圧環試験
- 試作したゴム磁石シートを用い、厚さ1mm、幅20mmで、内径20mmの筒状体を作製し、2回/秒の頻度で該筒状体の径方向に10mmのストロークで圧環し、破壊に至るまでの圧環回数を測定した。
- [0146] (3)磁束密度測定

17mm×17mm×1.3mmの大きさのゴム磁石シートを試作し、前述の製造方法にしたがって磁化した。この磁化したシートの17mm×17mmの広さの面の中心から鉛直に20mmの地点における該面に対し鉛直方向の磁束密度を測定した。また、常温下、地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しない環境下に24時間放置した後の磁束密度も測定した。更に、上記の圧環条件で10000回圧環したゴム磁石シートを用いて17mm×17mm×1.3mmの大きさのゴム磁石シートを試作し、上記と同様にして磁束密度を測定した。

[0147] [表1]

		従来例	実施例1	実施例2
ゴム成分	ゴム成分の種類	アクリルゴム *1	ブチルゴム *2	シリコンゴム *3
	配合量(体積%)	39.6	28.6	40
	不飽和度(%)	—	0.3	—
	ムーニー粘度 $ML_{1+4}(100^{\circ}\text{C})$	35	15	—
磁性粉	磁性粉の種類	NdFeB粉 *4	NdFeB粉 *4	NdFeB粉 *4
	配合量(体積%)	60	60	60
	50%径(μm)	35	35	35
スピントルオイル(体積%)		—	10.6	—
亜鉛華(体積%)		—	0.2	—
ステアリン酸(体積%)		—	0.2	—
架橋剤(体積%) *5		0.4	—	—
硫黄(体積%)		—	0.3	—
シランカップリング剤(体積%) *6		—	0.1	—
ゴム複合シートの厚さ(mm)		1.3	1.3	1.3
ゴム複合シート表面の硬度(度)		95	80	70
破断伸度(%)		3	32	25
破壊に至るまでの圧環回数(回)		1	10000回以上	10000回以上
初期磁束密度(mT)		2.12	2.73	2.60
24時間放置後の磁束密度(mT)		2.11	2.72	2.60
10000回圧環後の磁束密度(mT)		—	2.72	2.59

*1 日本ゼオン製 Nipol AR71L

*2 JSR製 Butyl065

*3 Wacker Silicone製 M4601A, B(2液型)

*4 愛知製鋼製 MFP-12

*5 大内新興化学工業製 ノケラ-BZ-P

*6 信越化学工業製 KBE-846

[0148] 実施例1ー2のゴム磁石シートは、従来例の硬質複合シートよりも破断に至るまでの伸度が大きく、且つ圧環により破壊に至るまでの回数も多い。また、実施例1ー2のゴム磁石シートは、24時間放置後の磁束密度の低下及び圧環後の磁束密度の低下が充分小さく、また、磁力も大幅に高い物にすることができた。

請求の範囲

- [1] 走行中のコンベアベルトの伸びを測定するに際し、
コンベアベルトに埋設された複数のゴム磁石からの磁界を、コンベアベルト長さ方向の変位を拘束されて設けられた磁気センサで検出し、検出された磁界の時間変化からコンベアベルトの伸びを求めるコンベアベルトの伸び測定方法。
- [2] 磁気センサで検出された磁界の時間変化において現れる二つのピークの時間間隔を t_a とし、別途の手段により測定されたコンベアベルトの表面速度を v とし、コンベアベルトの伸びがゼロの状態において磁気センサをコンベアベルトの長さ方向に相対変位させて計測した前記二つのピークの離隔距離を d として、コンベアベルトの伸び ε を式(1)により求める請求の範囲第1項に記載のコンベアベルトの伸び測定方法。
- $$\varepsilon = ((v \cdot t_a - d) / d) \times 100(\%) \quad (1)$$
- [3] 請求の範囲第1もしくは第2項に記載のコンベアベルトの伸び測定方法に用いられる伸び測定装置であって、
コンベアベルトの長さ方向に並んで埋設された複数のゴム磁石と、コンベアベルト長さ方向の変位を拘束されて設けられ、ゴム磁石からの磁界を検出する磁気センサと、コンベアベルトの表面速度を測定するベルト速度測定手段とを具え、
前記複数のゴム磁石を、磁極の向きがコンベアベルトの表面に直交するとともに隣接するゴム磁石同士では逆向きになるよう、配置してなるコンベアベルト伸び測定装置。
- [4] 磁気センサのコンベアベルト幅方向両側に、コンベアベルトの幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けてなる請求の範囲第3項に記載のコンベアベルト伸び測定装置。
- [5] 前記複数のゴム磁石を、コンベアベルトを構成する補強材の、幅方向に延在する接合部の近傍に設けてなる請求の範囲第3もしくは第4項に記載のコンベアベルト伸び測定装置。
- [6] 前記ベルト速度測定手段を、コンベアベルトと掛合するプーリの回転速度を計測する手段で構成してなる請求の範囲第3～第5項のいずれかに記載のコンベアベルト

伸び測定装置。

- [7] 走行中のコンベアベルト表面の摩耗度合を測定するに際し、
コンベアベルトの所要部分に設けられ一部が前記コンベアベルト表面に露出する
ゴム磁石からの磁界を、大地に対して固定された磁気センサで検出し、コンベアベ
ルトの前記所要部分の摩耗の進行に伴うゴム磁石の体積減少により前記磁界が変化
することを利用して、検出された磁界の大きさからコンベアベルトの摩耗度合を求める
コンベアベルトの摩耗度合測定方法。
- [8] 請求の範囲第7項に記載のコンベアベルトの摩耗度合測定方法に用いられる摩耗
度合測定装置であって、
コンベアベルトの所要部分に設けられたゴム磁石と、このゴム磁石からの磁界を検
出する磁気センサとを具え、ゴム磁石は、磁極をベルト厚さ方向に向けるとともに、一
方の磁極を前記コンベアベルト表面に露出させてなるコンベアベルト摩耗度合測定
装置。
- [9] 磁気センサの近傍を通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向
ガイドを設けてなる請求の範囲第8項に記載のコンベアベルト摩耗度合測定装置。
- [10] 走行中のコンベアベルトの温度を測定するに際し、
コンベアベルトの所要部分に埋設された感温ゴム複合磁石からの磁界を、大地に
対して固定された磁気センサで検出し、この磁界が前記所要部分の温度に依存して
変化することを利用して、検出された磁界の大きさからコンベアベルトの温度を求める
コンベアベルトの温度測定方法。
- [11] 請求の範囲第11項に記載のコンベアベルトの温度測定方法に用いられる温度測
定装置であって、
コンベアベルトの所要部分に埋設され両端に互いに逆極性の磁極を有する感温ゴ
ム複合磁石と、この感温ゴム複合磁石からの磁界を検出する磁気センサとを具えて
なり、
感温ゴム複合磁石は、所定温度範囲における温度変化に応じて磁力が変化する
特性を有してなるコンベアベルト温度測定装置。
- [12] 感温ゴム複合磁石は、永久磁石と、この永久磁石の一方の磁極にこれを延長させ

るように連結された感温磁性体とよりなり、この感温磁性体は、前記温度範囲において温度の上昇に対して透磁率が低下する特性を有し、

永久磁石および感温磁性体は、磁性粉をゴムに混合分散してなるボンド磁性体より形成されてなる請求の範囲第11項に記載のコンベアベルト温度測定装置。

- [13] 感温ゴム複合磁石は、永久磁石と、この永久磁石の周囲に配置された感温磁性体とよりなり、この感温磁性体は、前記温度範囲において温度の上昇に対して透磁率が低下する特性を有し、

永久磁石および感温磁性体は、磁性粉をゴムに混合分散してなるボンド磁性体より形成されてなる請求の範囲第11項に記載のコンベアベルト温度測定装置。

- [14] 磁気センサのもっとも近くを通過するコンベアベルト部分の幅方向位置を規制する幅方向ガイドを設けてなる請求の範囲第11～第14項のいずれかに記載のコンベアベルト温度測定装置。

- [15] 前記磁気センサを、搬送物をコンベアベルトに投入する投入部の、コンベアベルト走行方向下流側近傍に設けてなる請求の範囲第11～第15項のいずれかに記載のコンベアベルト温度測定装置。

- [16] ブチルゴム及びシリコンゴムよりなる群から選択された少なくとも一種のゴム成分からなるマトリックスと、該マトリックス中に分散された磁気異方性磁性体粉とからなるゴム磁石シートにおいて、

表裏両面で互いに異なる極性の磁極を具え、

DIN-3規格に準拠した引張試験において、引張速度100mm/分での破断伸度が10%以上であり、

厚さ0.5mm、幅20mm、内径20mmの筒状サンプルを2回/秒の頻度でこのサンプルの径方向に10mmのストロークで圧環する圧環条件で、このサンプルを圧環したときの破壊に至るまでの圧環回数が10000回以上であり、

表裏両面の縦横がそれぞれが17mmで厚さが1.3mmの平板サンプルシートにおける、表裏いずれかの面の中心から20mm離れた位置におけるこの面に直角の方向の磁束密度が2mT以上であるゴム磁石シート。

- [17] 前記平板サンプルシートを常温下で地磁気以上の大きさの磁気が周囲に存在しな

い環境下に24時間放置した後の前記磁束密度の低下が、放置前に比べ0.1%以下である請求の範囲第16項に記載のゴム磁石シート。

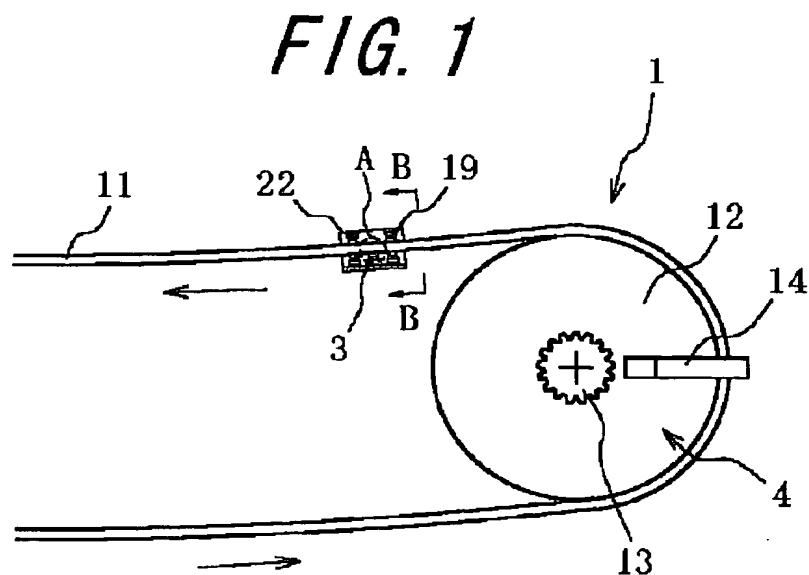
- [18] 前記圧環条件で、10000回圧環した後の筒状サンプルの磁束密度の低下が、圧環前に比べ0.1%以下である請求の範囲第16もしくは第17項に記載のゴム磁石シート。
- [19] 表面のJIS S 6050硬度が50〜90度であることを特徴とする請求の範囲第16〜第18項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [20] 前記磁性粉の含有量が50〜75体積%である請求の範囲第16〜第19項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [21] 前記ゴム成分がブチルゴムであって、該ブチルゴムの不飽和度が0.3%以上で、ムーニー粘度 ML_{1+4} (100°C)が60以下である請求の範囲第16〜第20項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [22] 前記ブチルゴムがハロゲン化ブチルゴムを含む請求の範囲第16〜第21項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [23] 前記ゴム成分がシリコンゴムであって、該シリコンゴムが、熱加硫型シリコンゴム又は常温硬化型RTVであることである請求の範囲第16〜第20項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [24] 前記磁性粉は、レーザー回折式粒度分布計で測定した50%径が75 μm 以下である請求の範囲第16〜第23項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [25] 前記磁性粉がシランカップリング剤で表面処理されている請求の範囲第16〜第24項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [26] 前記磁性粉が表面酸化防止剤で表面処理されている請求の範囲第16〜第25項のいずれかに記載のゴム磁石シート。
- [27] 請求の範囲第16〜第26項のいずれかに記載のゴム磁石シートを製造する製造方法であって、

前記マトリックス中に前記磁性体粉を分散させたコンパウンドをシート状に成形する未加硫シート成形工程、未加硫シートをそのコンパウンドが軟化する温度まで昇温する昇温工程、未加硫シートに厚さ方向に磁場を印加する磁場印加工程、未加硫シ-

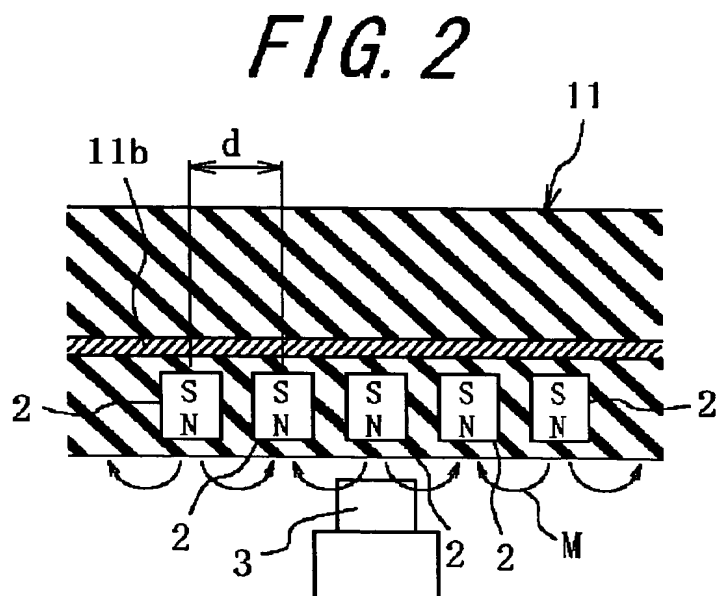
トを高温に維持し磁場を印加したまま厚さ方向と直交する少なくとも一方向に圧縮力を作用させる圧縮工程、圧縮力を作用させたまま未加硫シートを冷却する冷却工程、冷却された未加硫シートに作用させる圧縮力を除去する圧力除去工程、未加硫シートを脱磁する脱磁工程、未加硫シートを加硫する加硫工程、および、加硫済シートを着磁する着磁工程を、この順に経てゴム磁石シートを形成するゴム磁石シートの製造方法。

- [28] 前記昇温工程から圧力除去工程までの工程を、未加硫シートを金型内に配置して行い、圧縮工程を行うに際し、圧縮方向に変位可能に設けられた金型可動部で未加硫シートを圧縮する請求の範囲第27項に記載のゴム磁石シートの製造方法。
- [29] 未加硫シートの厚さ方向に印加した磁場を、冷却工程もしくは圧力除去工程中に除去する請求の範囲第27もしくは第28項に記載のゴム磁石シートの製造方法。

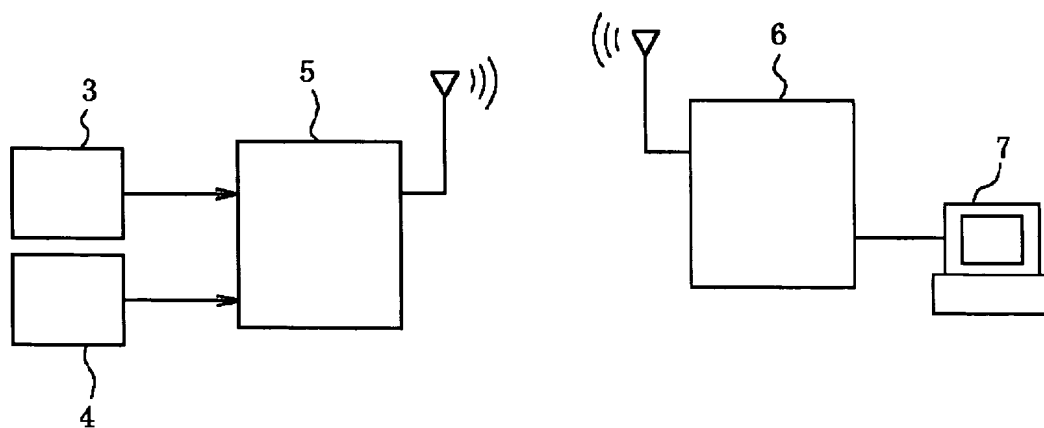
[図1]



[図2]

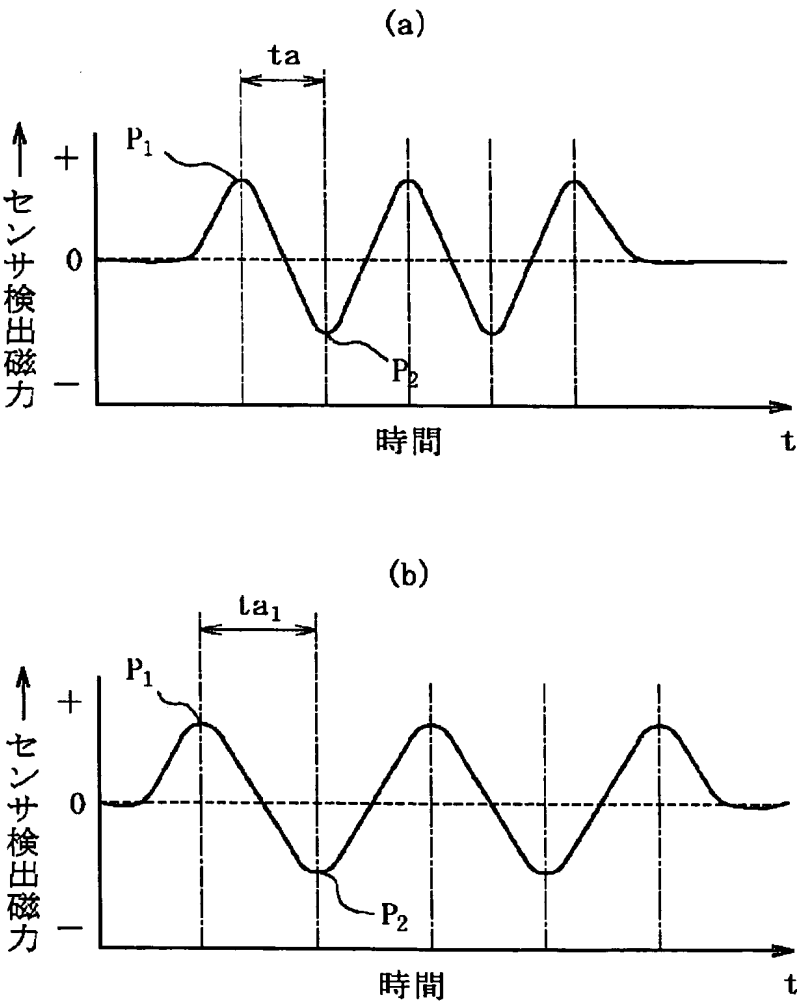


[図4]

FIG. 4

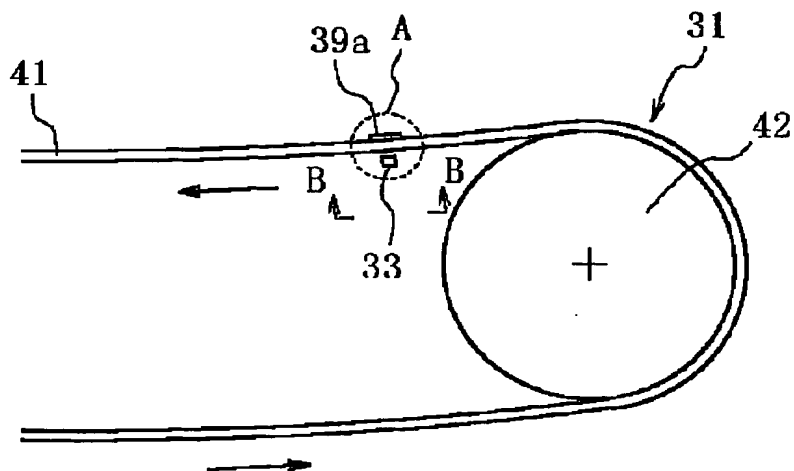
[図5]

FIG. 5



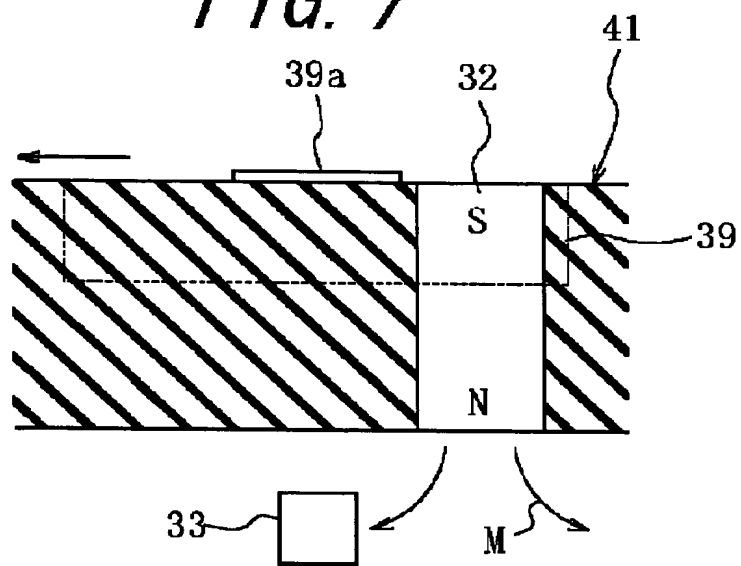
[図6]

FIG. 6



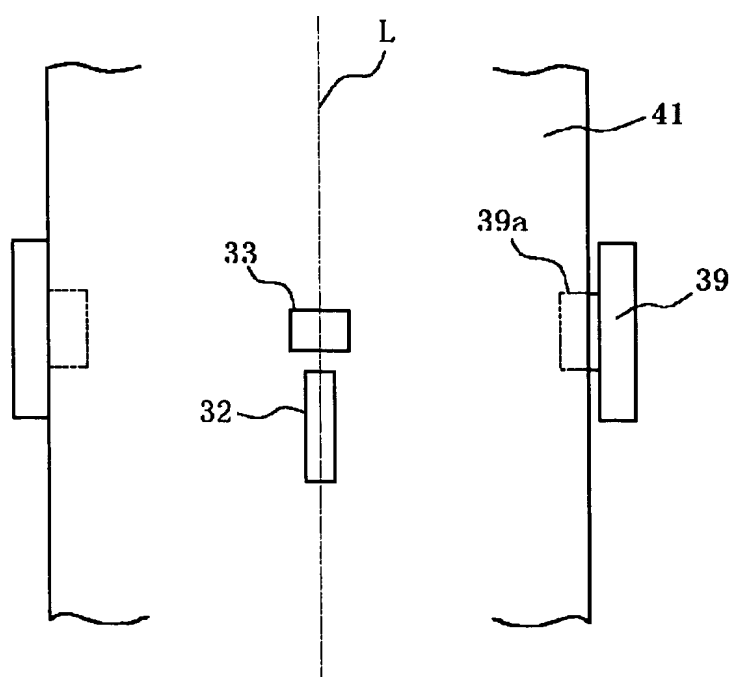
[図7]

FIG. 7

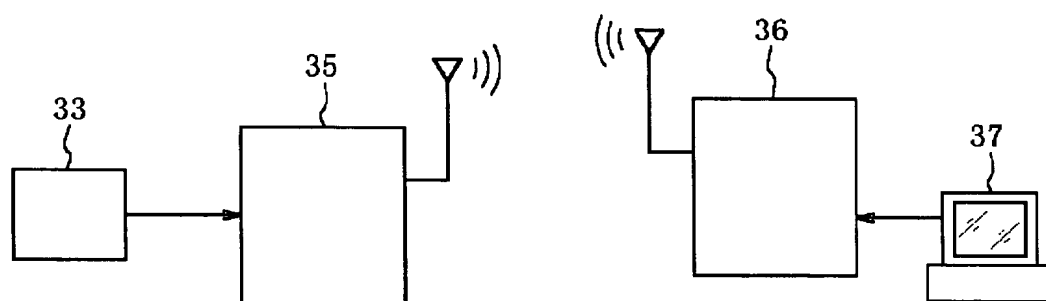


[図8]

FIG. 8



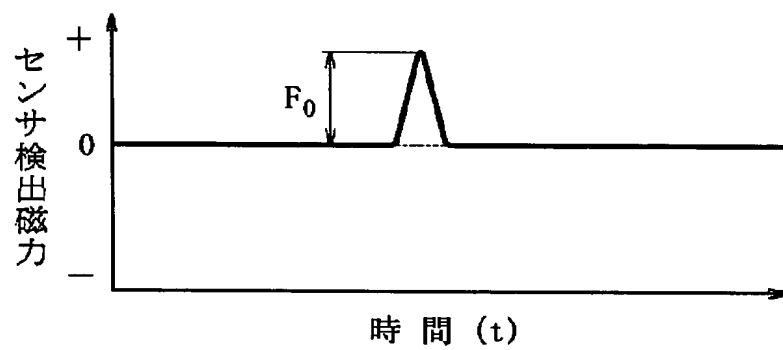
[図9]

FIG. 9

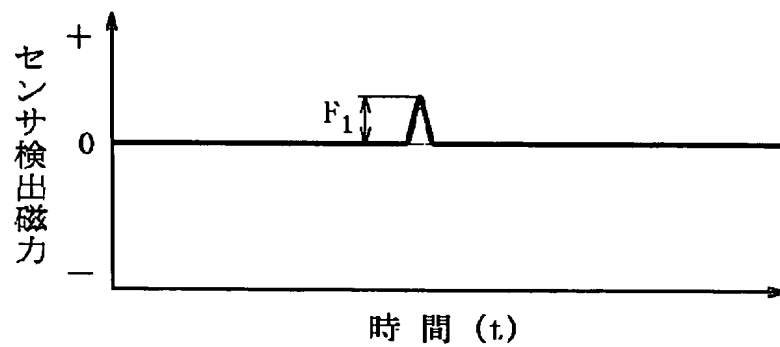
[図10]

FIG. 10

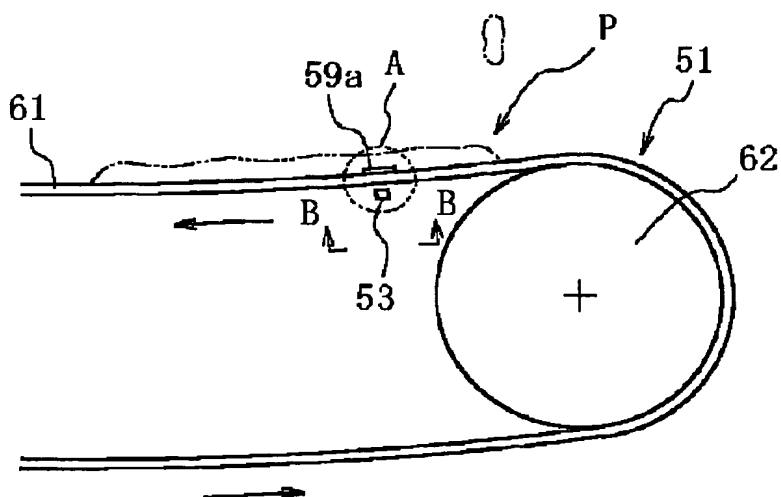
(a)



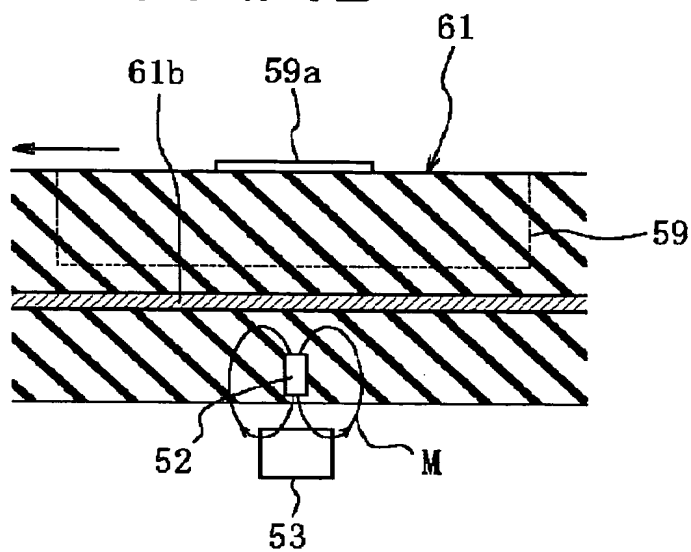
(b)



[図11]

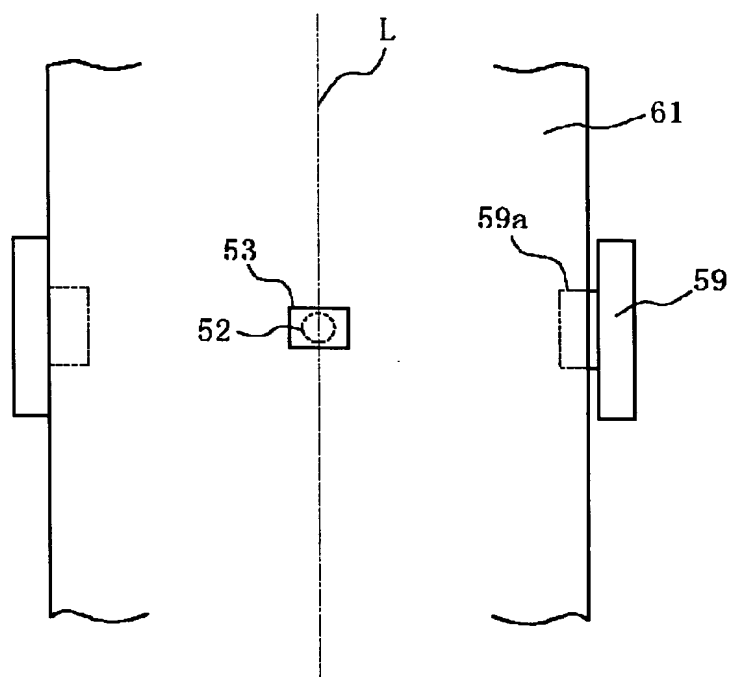
FIG. 11

[図12]

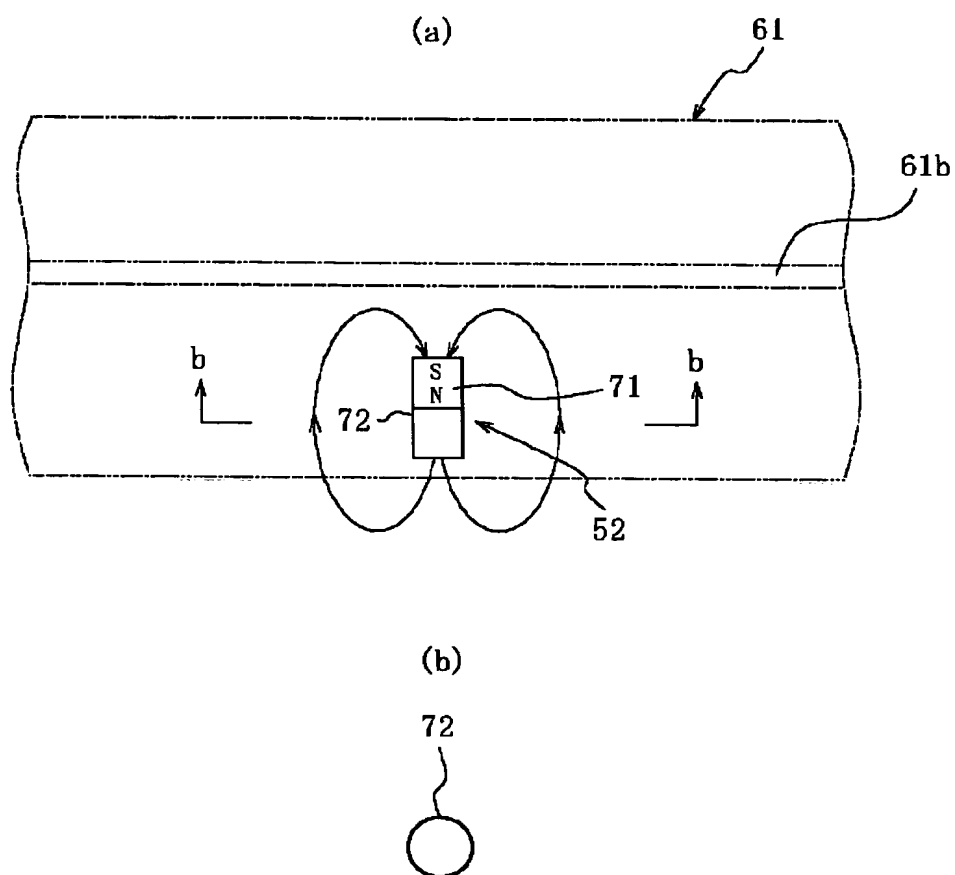
FIG. 12

[図13]

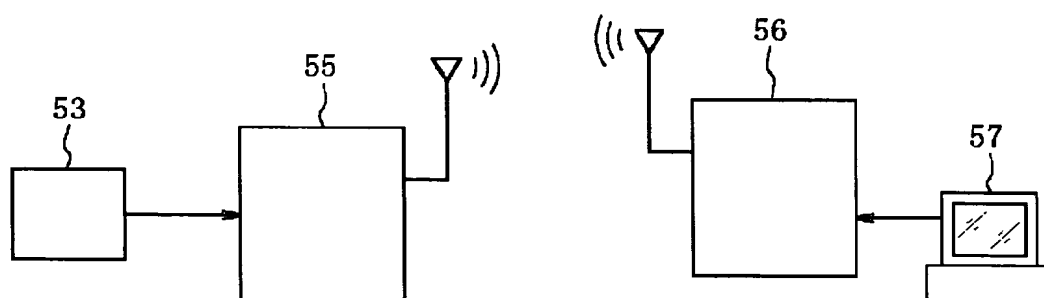
FIG. 13



[図14]

FIG. 14

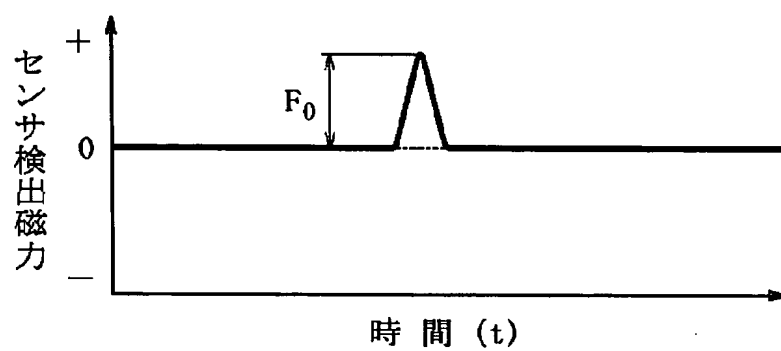
[図15]

FIG. 15

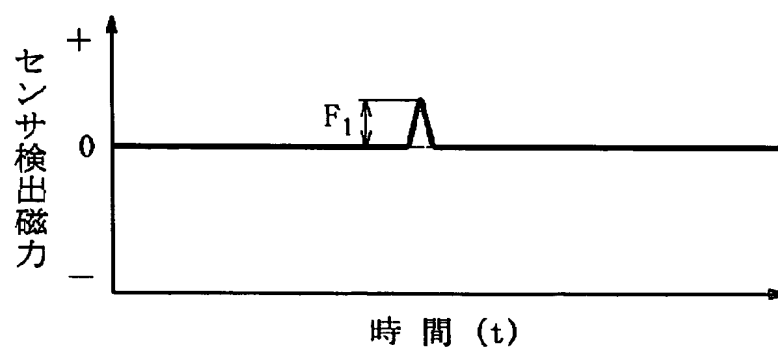
[図16]

FIG. 16

(a)



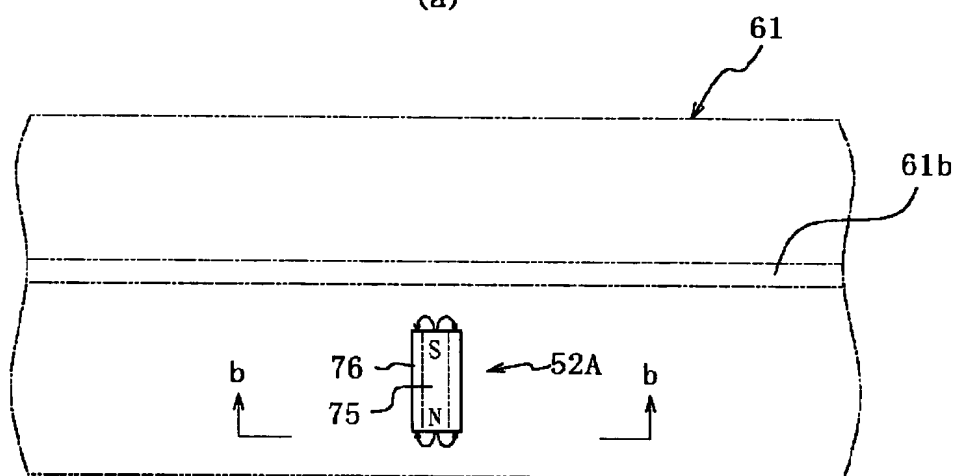
(b)



[図17]

FIG. 17

(a)



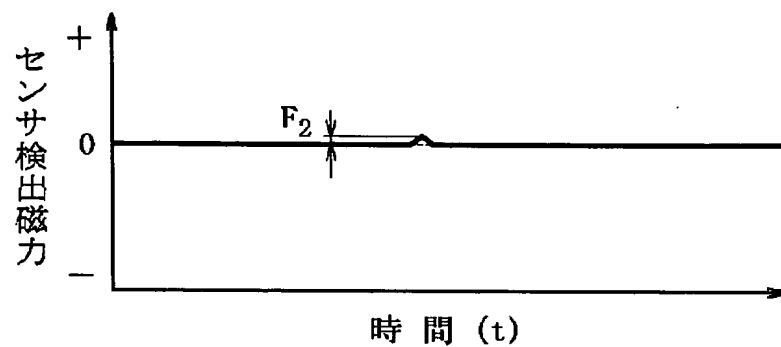
(b)



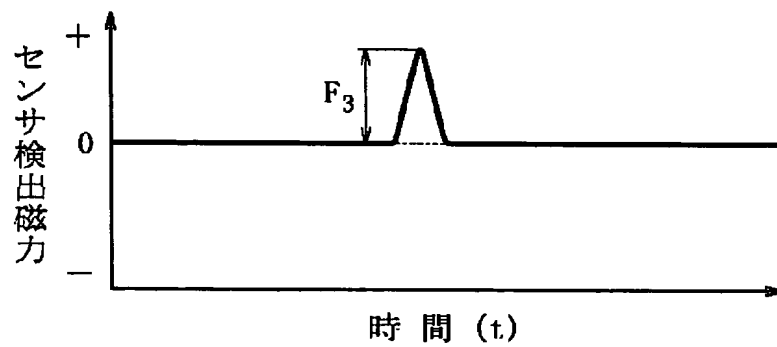
[図18]

FIG. 18

(a)

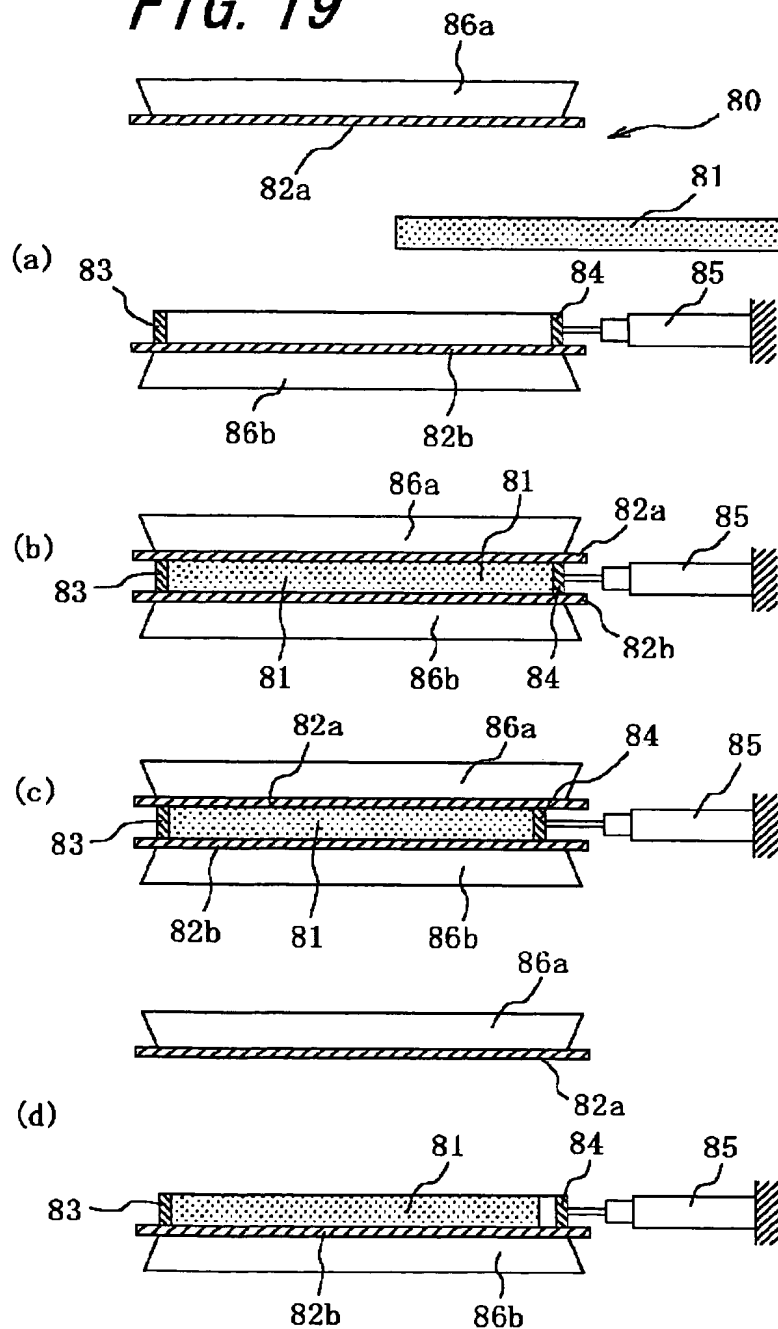


(b)



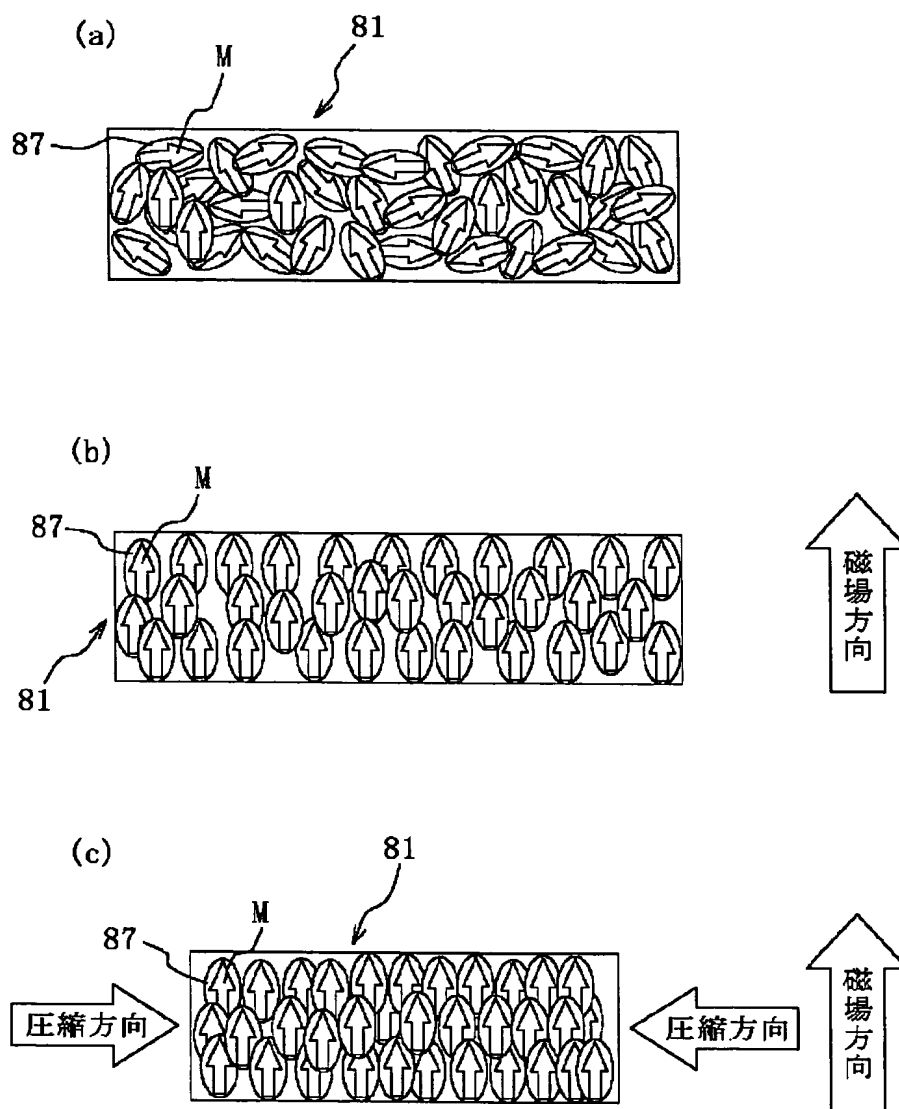
[図19]

FIG. 19

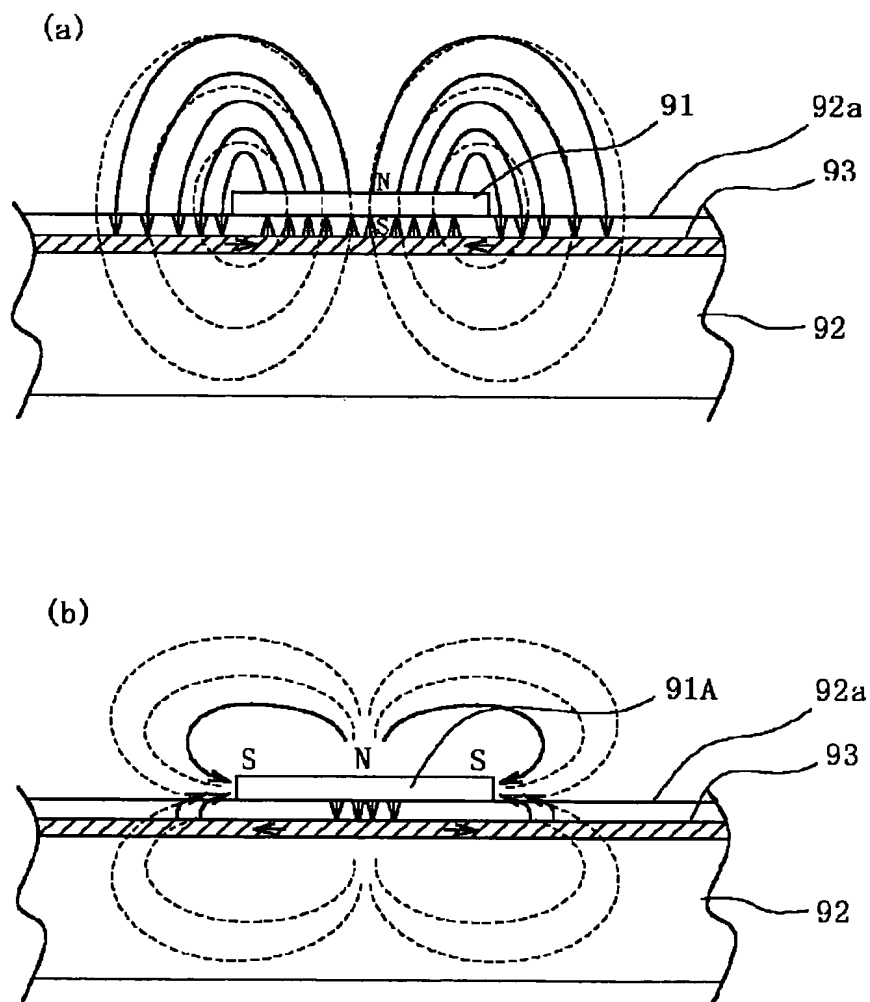


[図20]

FIG. 20



[図21]

FIG. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B65G43/02, G01B7/24, G01B7/00, H01F7/02, H01F1/00, H01F1/08,
G01K7/36, G01K13/06, B65G15/36, B29D7/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B65G43/02, G01B7/24, G01B7/00, H01F7/02, H01F1/00, H01F1/08,
G01K7/36, G01K13/06, B65G15/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 51-55576 A (Bando Chemical Industries, Ltd.), 15 May, 1976 (15.05.76), Full text; Figs. 1 to 8 & DE 2539873 A & FR 2294954 A & US 4020945 A & GB 1487978 A	1 2-6
Y	JP 51-51878 A (Bando Chemical Industries, Ltd.), 07 May, 1976 (07.05.76), Full text; Figs. 1 to 7 & DE 2539873 A & FR 2294954 A & US 4020945 A & GB 1487978 A	2-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
06 October, 2004 (06.10.04)

Date of mailing of the international search report
26 October, 2004 (26.10.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009335

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 82347/1991 (Laid-open No. 25331/1993) (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 02 April, 1993 (02.04.93), Page 5, lines 16 to 18 (Family: none)	6
X A	JP 6-48528 A (Nippon Steel Corp.), 22 February, 1994 (22.02.94), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	7 8, 9
A	JP 2002-503802 A (PHOENIX AG.), 05 February, 2002 (05.02.02), Full text; Figs. 1 to 4 & WO 1999/041567 A & EP 1053447 A & US 6291991 A	1-6, 10-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009335

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-15 and claims 16-29 have no common matter; therefore claims 1-29 do not satisfy the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Claims 1-15

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B65G 43/02, G01B 7/24, G01B 7/00, H01F 7/02, H01F 1/00, H01F 1/08, G01K 7/36, G01K 13/06, B65G 15/36, B29D 7/01

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B65G 43/02, G01B 7/24, G01B 7/00, H01F 7/02, H01F 1/00, H01F 1/08, G01K 7/36, G01K 13/06, B65G 15/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 51-55576 A (バンドー化学株式会社) 1976. 05: 15, 全文, 第1-8図 & DE 2539873 A & FR 2294954 A & US 4020945 A & GB 1487978 A	1 2-6
Y	JP 51-51878 A (バンドー化学株式会社) 1976. 05: 07, 全文, 第1-7図 & DE 2539873 A & FR 2294954 A & US 4020945 A & GB 1487978 A	2-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.10.2004

国際調査報告の発送日

26.10.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

村山 慎恒

3 F

3219

電話番号 03-3581-1101 内線 3351

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 3-82347 号 (日本国実用新案登録出願公開 5-25331 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (住友金属工業株式会社) 1993. 04. 02, 第 5 ページ第 16~18 行 (ファミリーなし)	6
X A	JP 6-48528 A (新日本製鐵株式会社) 1994. 02. 22, 全文, 第 1-5 図 (ファミリーなし)	7 8, 9
A	JP 2002-503802 A (フェニックス アクチエンゲゼルシャフト) 2002. 02. 05, 全文, 第 1-4 図 & WO 1999/041567 A & EP 1053447 A & US 6291991 A	1-6, 10 -15

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-15と16-29は共通の事項を有しないから、請求の範囲1-29は発明の単一性の要件を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1-15

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。